

CARACTÉRISTIQUES PAPETIÈRES D'UNE FORÊT TROPICALE HÉTÉROGÈNE

LA ZONE FORESTIÈRE D'EDÉA AU CAMEROUN

PAR

G. PETROFF

Ingénieur E. F. P.
Chef de la Division de Cellulose et Chimie
au Centre Technique Forestier Tropical

J. DOAT

Ingénieur E. N. S. C. T.

ET

M. TISSOT

Ingénieur E. F. P.

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL

Rue Pasteur, B. P. 832

DOUALA

République Unie du Cameroun

Siège Social : 45 bis, Avenue de la Belle-Gabrielle
94130 NOGENT-SUR-MARNE - France

1 9 7 1

04 550321

00-81-13023

CARACTERISTIQUES PAPETIERES D'UNE FORET
TROPICALE HETEROGENE
LA ZONE FORESTIERE D'EDEA
AU CAMEROUN

par

G. PETROFF, J. DOAT et M. TISSOT

1 9 7 1

CENTRE TECHNIQUE FORESTIER TROPICAL

Rue Pasteur, B.P. 832

D O U A L A

REPUBLIQUE UNIE DU CAMEROUN

Siège Social : 45 bis, Avenue de la Belle-Gabrielle

94130 - NOGENT SUR MARNE - FRANCE

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



- AVANT PROPOS -

La production mondiale annuelle de papiers et cartons a atteint en 1970 130.000.000 de tonnes. Cette production, qui a presque quadruplé depuis la dernière guerre mondiale, s'accroît de plus en plus rapidement. D'après les experts de la F.A.O., elle devrait dépasser 200 millions de tonnes en 1980 et atteindre plus de 400 millions en l'an 2.000. Cela signifie qu'en une trentaine d'années il faudra créer une capacité de production quadruple de la capacité actuelle.

L'Europe de l'Ouest, Scandinavie incluse, et le Japon sont déjà déficitaires en pâte à papier. Le Canada pourra exporter encore pendant quelques années, essentiellement vers les Etats Unis, mais ses forêts seront de moins en moins bien situées, les zones les plus facilement accessibles étant déjà exploitées au maximum. De nombreux obstacles naturels, dus à l'éloignement, freineront probablement le développement industriel de la forêt sibérienne dans le domaine papetier.

Il n'est donc pas déraisonnable de conclure que le temps des premières grandes réalisations tropicales ou subtropicales est proche. Plusieurs pays d'Afrique ou d'Amérique Latine disposant de forêts naturelles situées à proximité d'un port d'embarquement, ont envisagé la production de cellulose destinée au marché international et ont lancé dans ce sens des études techno-économiques.

Le Cameroun s'inscrit en bonne place parmi les pays susceptibles d'implanter sur son sol une usine de grande capacité et dès 1968 il décidait d'entreprendre une première étude visant à déterminer les caractéristiques papetières de la forêt naturelle hétérogène d'Edéa.

L'étude réalisée en 1969 et 1970 s'est révélée positive, tant sur le plan des essais de laboratoire que sur celui des essais semi-industriels qui suivirent.

Le Gouvernement camerounais, conscient du grand intérêt que représenterait cette étude pour le monde forestier tropical, a bien voulu accepter le principe d'une diffusion des résultats obtenus et a autorisé le C.T.F.T. à en assurer la publication.

Il s'agit là d'une contribution très importante à la cause tropicale qui mérite toute notre gratitude.

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
0 INTRODUCTION	1
1 ECHANTILLONNAGE DE BOIS	3
11 RAPPEL DES RESULTATS D'INVENTAIRE FORESTIER	5
12 APPROVISIONNEMENT EN BOIS POUR ESSAIS PAPETIERS .	5
13 LISTE DES ESSENCES LES PLUS FREQUENTES	6
2 ETUDE INDIVIDUELLE DE 121 ECHANTILLONS	10
20 CONDITIONS DE L'ETUDE	12
21 CARACTERISTIQUES MICROMETRIQUES DES FIBRES ET DENSITE DES BOIS	14
22 RESULTATS DE CUISSON	17
23 CARACTERISTIQUES DES PAPIERS	20
24 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE DE LONGUEURS DE FIBRES DECROISSANTES	23
25 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE D'INDICES DE PERMANGANATE DECROISSANTS	24
26 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE DE LONGUEURS DE RUPTURE DECROISSANTES	25
27 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE D'INDICES DE DECHIRURE DECROISSANTS	26
28 REPARTITION STATISTIQUE DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	27
29 LISTE DES ESSENCES CONSIDEREES COMME PEU INTERESSANTES D'UN POINT DE VUE PAPETIER	28

	Page
3 ETUDE DES MELANGES DE BOIS	29
30 GENERALITES	31
31 HYPOTHESE I : UTILISATION DE TOUS LES BOIS DE LA FORET	33
32 HYPOTHESE II : UTILISATION DES BOIS A L'EXCEPTION DES INDESIRABLES	67
33 HYPOTHESE III : ELIMINATION DES INDESIRABLES ET REGROUPEMENT DES ESSENCES RESTANTES EN DEUX CATEGORIES D'APRES LA LONGUEUR DES FIBRES	94
34 ETUDE COMPARATIVE DES PATES CAMEROUNAISES	106
4 ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES EN CLIMAT TROPICAL	111
41 ECHANTILLONNAGE ET RECEPTION DES BOIS	113
42 EVOLUTION CHIMIQUE DES ECHANTILLONS	116
43 CUISSON DES BOIS	120
44 BLANCHIMENT DES PATES	124
45 CARACTERISTIQUES DES PATES	124
46 CONCLUSION RELATIVE AU STOCKAGE DES BOIS	129
5 ESSAIS SEMI INDUSTRIELS	130
51 BUT DES ESSAIS	132
52 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION SEMI INDUSTRIELLE UTILISEE POUR LA CUISSON, LE BLANCHIMENT ET LE TIRAGE DES PAPIERS	133
53 MATIERE PREMIERE ET PRODUITS DIVERS	136
54 CONDITIONS D'ESSAIS - RESULTATS	136
55 PROPRIETES D'IMPRIMABILITE	167
56 CONCLUSION AU SUJET DES ESSAIS SEMI INDUSTRIELS ...	176

	Page
6 RESUME ET CONCLUSIONS	178
61 ECHANTILLONNAGE DE BOIS	180
62 ETUDE INDIVIDUELLE DE 121 ECHANTILLONS	180
63 ETUDE DES MELANGES DE BOIS	180
64 ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES EN CLIMAT TROPICAL	181
65 ESSAIS SEMI INDUSTRIELS	181
66 CONCLUSIONS	182
ANNEXES : ECHANTILLONS DE PAPIERS OBTENUS AU STADE SEMI INDUSTRIEL	184

- 1 -

- 0 -

INTRODUCTION

0 INTRODUCTION

A la suite d'une convention d'un montant de 20 millions de F. CFA, financée par le Fonds Français d'Aide et de Coopération et signée le 6 juillet 1968 entre la République Fédérale du Cameroun et le Centre Technique Forestier Tropical, il a été convenu que ce dernier procéderait à une étude des qualités papetières et des conditions de traitement des essences de la forêt dense naturelle camerounaise en vue d'obtenir des pâtes cellulosiques.

La convention spécifiait en particulier que l'on procéderait aux essais suivants :

- Etude papetière au laboratoire des essences de la forêt camerounaise prises isolément.
- Constitution et étude de quelques mélanges caractéristiques obtenus à partir de tous les bois de la forêt camerounaise.
- Constitution et étude de quelques mélanges sélectionnés.
- Etude du blanchiment des pâtes camerounaises.
- Essais semi industriels.

Bien que non prévue à la convention, on a procédé, en plus des travaux définis précédemment, à une étude de la conservation des essences camerounaises stockées en climat tropical. On a admis en effet qu'une telle étude apporterait des renseignements très utiles pour l'utilisation papetière des bois.

La-récolte et l'expédition des bois ainsi que le stockage des essences destinées aux essais d'altération ont été confiés à des agents du Centre Technique Forestier Tropical et ont été menés à bonne fin grâce au concours de la section camerounaise du Centre.

Les essais de laboratoire ont été réalisés à Nogent-sur-Marne par la Division de Cellulose du Centre Technique Forestier Tropical. Ils ont commencé en 1969, dès réception des premiers échantillons, et se sont poursuivis en 1970.

Les essais semi industriels, retardés en raison de la nécessité d'obtenir un nouvel échantillonnage de bois, ont été réalisés à Grenoble, à la station expérimentale du Centre Technique de la Papeterie, sous la responsabilité du Centre Technique Forestier Tropical, en juin 1971.

Le présent rapport rend compte des essais réalisés et des résultats obtenus. Il montre, d'un point de vue technique, que l'utilisation des essences camerounaises peut être envisagée pour la fabrication de pâte papetière blanchie susceptible d'être commercialisée.

- 3 -

- 1 -

ECHANTILLONNAGE DE BOIS

	Page
1 <u>ECHANTILLONNAGE DE BOIS</u>	3
11 RAPPEL DES RESULTATS D'INVENTAIRE FORESTIER	5
12 APPROVISIONNEMENT EN BOIS POUR ESSAIS PAPETIERS	5
13 LISTE DES ESSENCES LES PLUS FREQUENTES	6

1 ECHANTILLONNAGE DE BOIS

11 Rappel des résultats d'inventaire forestier

Le Centre Technique Forestier Tropical a procédé à l'inventaire forestier de 100.000 Ha de forêt camerounaise située au Nord d'Edéa entre la route de Douala et la rivière Sanga.

Le but de l'inventaire était de connaître le potentiel en bois, relativement à toutes les essences dont les tiges dépassaient 15 cm à hauteur d'homme.

Les résultats ont mis en évidence que pour chacune des formations de forêt dense observées, le potentiel moyen à l'hectare était très élevé. Sur sol ferme, c'est-à-dire dans la majorité des cas, on a recensé en moyenne 253 tiges à l'hectare correspondant à un volume "utile total" de 396 m³ et un volume "utile fût" de 340 m³. Sur sol marécageux, le nombre moyen de tiges est plus élevé (265), mais les volumes à l'hectare sont plus faibles (volume utile total = 341 m³ et volume utile fût = 302 m³).

D'une façon générale, la forêt s'est révélée particulièrement hétérogène et les résultats de comptage varient sensiblement d'un bloc d'inventaire à l'autre.

Le nombre d'essences différentes rencontrées dans la forêt s'élève à 342. Il y a lieu toutefois de remarquer que 40 essences représentent à elles seules 58,5 % du volume total de bois disponible et 100 essences 83,4 %

Les diamètres des tiges varient de 15 à plus de 100 cm avec un diamètre théorique moyen pour l'ensemble de la forêt de 38 cm.

La densité des bois, très variable, varie de 0,2 à plus de 1,0. La densité moyenne pondérée pour l'ensemble des essences est de l'ordre de 0,70 à 0,75, ce qui correspond à une densité relativement élevée.

12 Approvisionnement en bois pour essais papetiers

Cent vingt et un arbres correspondant aux cent vingt et une principales essences rencontrées dans la forêt ont été abattus. Un échantillonnage de chaque arbre, prélevé dans le tronc à hauteur moyenne, a été expédié à la Division de Cellulose du Centre Technique Forestier Tropical pour essais papetiers.

Le plus souvent, les arbres exploités pour ces essais avaient un diamètre compris entre 20 et 60 cms. On a en effet écarté, sauf cas exceptionnel, les arbres de trop grand diamètre, pour faciliter l'exploitation.

Les 121 essences ainsi testées représentent environ 90 % de l'ensemble des bois de la forêt. On peut donc admettre que l'échantillonnage reçu est représentatif⁽¹⁾ et très voisin de ce qui serait effectivement exploité dans le cas de fabrications industrielles au Cameroun.

(1) : on entend par échantillonnage représentatif un échantillonnage très proche sur le plan qualitatif de ce que l'on obtiendrait en prélevant sans exception tous les bois de la forêt.

A l'arrivée des bois, ceux-ci ont été écorcés et on a mesuré le poids d'écorce par rapport au poids de bois brut. Pour 65 échantillons pris au hasard, on a relevé les poids suivants (en %)

% d'écorce	inf.	entre	entre	entre	entre	entre	entre	sup. à
:	2 %	2 et	4 et	6 et	8 et	10 et	12 et	14 %
:	:	4 %	6 %	8 %	10 %	12 %	14 %	:
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
:	:	:	:	:	:	:	:	:
Nombre	:	:	:	:	:	:	:	:
d'essence	2	5	25	16	5	5	5	2
:	:	:	:	:	:	:	:	:

Pour l'ensemble des bois, le pourcentage pondéral d'écorce par rapport au bois brut est de 6,5 %.

Les bois écorcés ont été sciés dans le sens transversal en rondelles de 3 cm d'épaisseur, puis chaque rondelle a été débitée à la hache en éléments de 3 x 3 x 0,4 cm.

Pour tous les essais, les copeaux de bois ainsi obtenus ont été utilisés sec à l'air.

13 Liste des essences les plus fréquentes

On trouvera ci-après la liste des essences réceptionnées. Cette liste comporte le nom local, la détermination scientifique, le n° d'enregistrement au Centre Technique Forestier Tropical, et la densité sèche.

La détermination scientifique a été retenue après vérification par la division d'Anatomie du Centre Technique Forestier Tropical qui n'a relevé que six erreurs par rapport à l'appellation proposée par les services d'exploitation camerounais.

LISTE DES ESSENCES LES PLUS FREQUEMMENT RENCONTREES

DANS LES PARCELLES INVENTORIEES

ET ADRESSEES AU C.T.F.T. POUR ESSAIS PAPETIERS

: N°	: Noms Yaoundé	: Noms botaniques	: Familles	: N° C.T.F.T.	: Densité:
: Code :	:	:	:	:	:
: 005	: Abam Géant	: Gambeya gigantea	: Sapotacée	: 17874	- 0,61 :
: 011	: Abé ou Abeu	: Cola acuminata	: Sterculiacée	: 17711	- 0,63 :
: 016	: Abena	: Homalium letestui	: Samydacée	: 17712	- 0,78 :
: 022	: Adjap Oswé	: Manilkara sp	: Sapotacée	: 17875	- 0,50 :
: 026	: Akadak - Akarak	: Hymenostegia afzelii	: Leg. Cesalp.	: 17713	- 0,91 :
: 030	: Akela	: Pausinystalia talbotii	: Rubiacée	: 17714	- 0,67 :
: 031	: Akendeng = Mfedak	: Grewia coriacea	: Tiliacée	: 17715	- 0,56 :
: 035	: Akom	: Terminalia superba	: Combretacée	: 17716	- 0,35 :
: 041	: Akui	: Xylopia aethiopica	: Annonacée	: 17717	- 0,58 :
: 046	: Alomba	: Plagiostyles africana	: Euphorbiacée	: 17876	- 0,67 :
: 049	: Andingding	: Nauclea gillettii	: Rubiacée	: 17718	- 0,61 :
: 050	: Andok	: Irvingia gabonensis	: Irvingiacée	: 17719	- 0,90 :
: 057	: Anguyem	: Albizia zygia	: Mimosacée	: 17877	- 0,47 :
: 058	: Angwané	: Porterandia cladantha	: Rubiacée	: 17720	- 0,81 :
: 060	: Asa	: Dacryodes sp.	: Burseracée	: 17878	- 0,46 :
: 061	: Asam	: Uapaca staudtii	: Euphorbiacée	: 17721	- 0,71 :
: 062	: Asamingung	: Dacryodes edulis	: Burseracée	: 17722	- 0,49 :
: 063	: Asas	: Macaranga monandra	: Euphorbiacée	: 17879	- 0,52 :
: 066	: Aseng	: Musanga cecropioides	: Moracée	: 17723	- 0,15 :
: 072	: Atak	: Hypodaphnis zenkeri	: Lauracée	: 17724	- 0,50 :
: 076	: Atui	: Albizia sp.	: Leg. Mimosée	: 17880	- 0,38 :
: 080	: Avom	: Cleistopholis patens	: Annonacée	: 17725	- 0,31 :
: 082	: Awonog	: Soyauxia sp.	: Medusandracée	: 17881	- 0,75 :
: 083	: Ayinda	: Anthocleista vogelii	: Loganiacée	: 17882	- 0,69 :
: 090	: Bidu	: Saccoglottis gabonensis	: Huminiacée	: 17883	- 0,85 :
: 092	: Bongo	: Fagara tesmannii	: Rutacée	: 17726	- 0,76 :
: 093	: Bongosi	: Lophira alata	: Ochnacée	: 17727	- 0,99 :
: 094	: Damba	: Funtumia elastica	: Apocynacée	: 17884	- 0,45 :
: 098	: Ebangbemva oswé	: Trichilia heudelotii	: Meliacée	: 17728	- 0,39 :
: 099	: Ebam	: Picralima nitida	: Apocynacée	: 17885	- 0,85 :
: 100	: Ebap	: Santiria trimera	: Burseracée	: 17815	- 0,53 :
: 102	: Ebebam	: Maprounea membranacea	: Euphorbiacée	: 17886	- 0,56 :
: 109	: Edip Mbazoa	: Strombosiopsis tetandra	: Olacacée	: 17816	- 0,71 :
: 114	: Efok	: Pterygota sp.	: Sterculiacée	: 17922	- 0,61 :
: 115	: Efok Afum	: Sterculia tragacantha	: Sterculiacée	: 17887	- 0,31 :
: 116	: Efok Bilobi -	: Cola sp.	: Sterculiacée	: 17817	- 0,63 :
: :	: Efok Oswé	:	:	:	:
: 117	: Efok Ayus	: Pterygota macrocarpa	: Sterculiacée	: 17818	- 0,61 :
: 119	: Ekem	: Trichilia rubescens	: Meliacée	: 17819	- 0,61 :
: 120	: Ekoa	: Lannea welthitschii	: Anacardiacee	: 17888	- 0,44 :
: 129	: Ekop Naga	: Brachystegia cynometroides	: Anacardiacee	: 17889	- 0,58 :
: 130	: Ekop Nganga	: Cynometra hancei	: Anacardiacee	: 17820	- 0,87 :
: 131	: Ekop Ribit	: Tetraberberia bifoliolata	: Anacardiacee	: 17821	- 0,67 :
: 136	: Ekop c	: Julbernardia ogoouensis	: Anacardiacee	: 17890	- 0,57 :
: 140	: Ekop g	: Plagiosiphon multijugus	: Anacardiacee	: 17891	- 0,89 :
: :	:	:	:	:	-
: :	:	:	:	:	:

: N°	: Noms Yaoundé	: Noms botaniques	: Familles	: N° C.T.F.T	: Densité
: Code	:	:	:	:	:
: 144	: Ekok	: Alstonia sp.	: Apocynacée	:	- 0,73
: 145	: Elem	: Diospyros sp.	: Ebenacée	: 17923	- 0,95
: 146	: Elem otok	: Baphia sp.	: Leg. Papilionacée	: 17924	- 1,01
: 147	: Elemevini	: Diospyros sp.	: Ebenacée	: 17822	- 1,05
: 149	: Elolom	: Mitragyna ciliata	: Rubiacée	: 17823	- 0,51
: 150	: Elon (Tali)	: Erythrophleum sp.	: Lég. Cesalp.	:	- 0,98
: 151	: Enak	: Anthonotha macrophylla	: Lég. Cesalp.	: 17824	- 0,62
: 154	: Engang	: Carapa procera	: Meliacée	: 17925	- 0,71
: 155	: Engang Oswé	: Carapa grandiflora	: Meliacée	: 17926	- 0,90
: 158	: Esang Afan	: Maesobotrya dusenii	: Euphorbiacée	: 17825	- 0,62
: 164	: Esombi	: Rauwolfia macrophylla	: Apocynacée	: 17826	- 0,41
: 166	: Etambaye	: Anisophylla sp.	: Rhizophoracée	: 17827	- 0,79
: 167	: Eteng	: Pycnanthus angolensis	: Myristicacée	: 17828	- 0,35
: 168	: Eteng Oswé = Akurna	: Scyphocephalum mannii	: Myristicacée	: 17927	- 0,43
: 169	: Etoan	: Tabernae montana sp.	: Apocynacée	: 17829	- 0,62
: 170	: Etup	: Treculia sp.	: Moracée	: 17830	- 0,70
: 171	: Eungokom	: Myrianthus sp.	: Moracée	: 17831	- 0,43
: 173	: Evoe Oswé	: Croteranthus talbotii	: Lecythidacée	: 17928	- 0,66
: 175	: Evula	: Vitex sp.	: Verbenacée	: 17832	- 0,53
: 179	: Ewome	: Coula edulis	: Olacacée	: 17833	- 0,93
: 184	: Eyong	: Eribroma oblonga	: Sterculiacée	: 17929	- 0,62
: 185	: Ka	: Dichostemma glaucescens	: Euphorbiacée	: 17852	- 0,50
: 187	: Kanda	: Beilschmiedia gabonensis	: Lauracée	: 17853	- 0,53
: 188	: Kodena	: Diospyros hoyleana	: Ebenacée	: 17854	- 0,94
: 190	: Kpakpaélé	: Endodesmia calophylloides	: Guttifère	: 17855	- 0,67
: 194	: Mbanga (Doussié)	: Afzelia sp.	: Cesalpiniée	:	- 0,78
: 195	: Mbangbazoa	: Strombosia glaucescens	: Olacacée	: 17856	- 0,80
: 196	: Mbangbazoa Afum	: Octoknema sp.	: Octoknemacées	: 17857	- 0,63
: 197	: Mbangbazoa Evele	: Strombosia grandifolia	: Olacacées	: 17930	- 0,83
: 200	: M'bel (Padouk)	: Pterocarpus soyauxii	: Papilionée	:	- 0,75
: 201	: Mbonda	: Staudtia stipitata	: Myristicacée	: 17853	- 0,74
: 205	: Mekoa	: Garcinia sp.	: Guttifère	: 17859	- 0,91
: 206	: Menda Bison	: Leonardoxa africana	: Lég. Cesal.	: 17860	- 0,93
:	:	:	:	:	:
: 207	: Menyuminsi	: Oubanguia klainei	: Scyttopetalacée	: 17861	- 0,69
: 209	: Mfang	: Dialium sp.	: Leg. Cesalp.	: 17862	- 0,65
: 211	: Mfang Oswé	: Baphia laurifolia	: Leg. Cesalp.	: 17863	- 0,97
: 214	: Mfo	: Enantia chlorantha	: Annonacée	: 17864	- 0,54
: 216	: Minsi	: Calpocalyx dinklagei	: Leg. Mimosée	: 17865	- 0,97
: 219	: Mvan	: Buchholzia sp.	: Capparidacée	: 17866	- 0,47
: 220	: Mvanda	: Hylocodendron gabunense	: Leg. Cesalp.	: 17931	- 0,93
: 222	: Mvomba	: Xylopia quintasii	: Annonacée	: 17861	- 0,82
: 224	: Ngobisolbo	: Scottellia coriacea	: Flacourtiacée	: 17868	- 0,62
: 226	: Eveuss	: Klainedoxa sp.	: Simaroubacée	:	- 1,02
: 230	: Nkanga Nkangela	: Maesopsis eminii	: Rhamnacee	: 17869	- 0,41
: 241	: Nom Asam	: Uapaca sp.	: Euphorbiacée	: 17892	- 0,82
: 246	: Nom Edipmbazoa	: Casearia sp.	: Samydacée	: 17893	- 0,70
: 248	: Nom Ekong	: Trichoscypha sp.	: Anacardiacee	: 17894	- 0,86
: 254	: Nom Eteng	: Coelocaryon preussii	: Myristicacée	: 17895	- 0,38
: 257	: Nom Miamingomo	: Caloncoba sp.	: Flacourtiacée	: 17896	- 0,64
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

: N°	: Noms Yaoundé	: Noms botaniques	: Familles	: N° C.T.F.T. - Densité:	:
: Code:	:	:	:	:	:
: 261	:Nom Okekela	:Klaineanthus gabonias	:Euphorbiacée	: 17932	- 0,72
: 263	:Nom Onie	:Garcinia sp.	:Guttifère	: 17897	- 0,85
: 265	:Nom Otungui	:Piptostigma preussii	:Annonacée	: 17898	- 0,70
: 268	:Nsangomo	:Allanblackia floribunda	:Guttifère	: 17933	- 0,68
: 273	:Obatoan	:Tabernaemontana sp.	:Apocynacée	: 17899	- 0,58
: 274	:Odjobi	:Xylopia staudtii	:Annonacée	: 17900	- 0,57
: 276	:Okekela	:Maesobotrya sp.	:Euphorbiacée	: 17901	- 0,67
: 283	:Olombang	:Diogoa zenkeri	:Olacacée	: 17902	- 0,76
: 284	:Olombewa	:Hua gabonii	:Huacacée	: 17903	- 0,89
: 287	:Oman	:Desbordesia glaucescens	:Irvingiacée	: 17904	- 0,92
: 290	:Osang	:Diospyros cf conocarpa	:Ebenacée	: 17905	- 0,82
: 291	:Osang Bekwé	:Diospyros cf cinnabarina	:Ebenacée	: 17934	- 0,78
: 295	:Otungui	:Polyaltha suaveolens	:Annonacée	: 17906	- 0,65
: 296	:Ové	:Rinorea sp.	:Violacée	: 17935	- 0,63
: 312	:Tonso	:Cleistanthus sp.	:Euphorbiacée	: 17907	- 0,90
: 316	:Abem Edea (Ebiara)	:Berlinia sp.	:Leg. Cesalp.	:	- 0,74
: 318	:Akoelé	:Cola rostrata	:Sterculiacée	: 17908	- 0,97
: 323	:Bisama	:Craterispermum laurinum	:Rubiacee	: 17936	- 0,74
: 327	:Ekang	:Calpocalyx sp.	:Leg. mimosée	: 17909	- 0,91
: 333	:Kumelé	:Dialum dinklagei	:Leg. Cesalp.	: (non retenu)	:
: 339	:Mviemvu	:Cuviera acutiflora	:Rubiacee	: 17937	- 0,51
: 340	:Noik	:Memecylon sp.	:Melastomatacée	: 17938	- 0,91
: 341	:Ngon Bekok	:Uvariopsis letestui	:Annonacée	: 17939	- 0,68
: 356	:Nom Elem	:Diospyros sp.	:Ebenacée	: 17940	- 0,62
: 357	:Nom Elemevini	:Diospyros sp.	:Ebenacée	: 17941	- 0,98
: 362	:Nom Ntom	:Isolona hexaloba	:Annonacée	: 17942	- 0,52
: 363	:Nom Delang	:Drypetes sp.	:Euphorbiacée	: 17943	- 0,90
: 367	:Osang Mevini	:Diospyros suaveolens	:Ebenacée	: 17944	- 0,91
: 400	:Nom Okoga	:Ouratea sp.	:Ochnacée	: 17945	- 0,95
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:

- 10 -

- 2 -

ETUDE INDIVIDUELLE DE 121 ECHANTILLONS

	Page
2 <u>ETUDE INDIVIDUELLE DE 121 ECHANTILLONS</u>	10
20 CONDITIONS DE L'ETUDE	12
21 CARACTERISTIQUES MICROMETRIQUES DES FIBRES ET DENSITE DES BOIS	12
22 RESULTATS DE CUISSON	17
23 CARACTERISTIQUES DES PAPIERS	20
24 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE DE LONGUEURS DE FIBRES DECROISSANTES	23
25 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE D'INDICES DE PERMANGANATE DECROISSANTS	24
26 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE DE LONGUEURS DE RUPTURE DECROISSANTES	25
27 CLASSIFICATION DES ESSENCES PAR ORDRE D'INDICES DE DECHIRURE DECROISSANTS	26
28 REPARTITION STATISTIQUE DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	27
29 LISTE DES ESSENCES CONSIDEREES COMME PEU INTERESSANTES D'UN POINT DE VUE PAPETIER	28

2 ETUDE INDIVIDUELLE DE 121 ECHANTILLONS

20 Conditions de l'étude

On a testé d'un point de vue papetier les 121 principales essences rencontrées dans la forêt, ce qui correspond à un échantillonnage représentatif de 90 % du volume total de bois disponible.

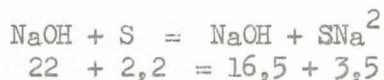
On a d'abord procédé à une détermination rapide des dimensions micrométriques des fibres. Les mesures ont été effectuées à partir de pâtes écrues et par observation microscopique. Il s'agit de chiffres indicatifs, les comptages étant limités pour chaque essence en raison du grand nombre d'échantillons. Les mensurations concernent la longueur des fibres, la largeur, le coefficient de souplesse (diamètre lumen/largeur fibre en %), l'indice de feutrage (longueur/largeur).

On a également déterminé la densité des bois absolument secs (poids anhydre/volume anhydre).

On a d'autre part procédé à une cuisson alcaline des échantillons en obus de 2 litres dans les conditions suivantes :

NaOH % (sur bois sec) = 22 %
Soufre % " " " = 2,2 %
Lessive/bois sec = 3,3/1
Durée totale de cuisson : 4 h.
Montée en température : 1 h 30
Température maxima : 155° pendant 2 h 30

On rappelle que la cuisson soude-soufre est équivalente à une cuisson au sulfate avec la correspondance suivante :



La cuisson retenue a été calculée de façon à permettre assez facilement l'obtention de pâtes "dures", c'est-à-dire assez peu délignifiées, afin de mieux mettre en évidence les essences les plus difficiles à traiter.

Après cuisson, on a déterminé le rendement en pâte classée et non classée, le pourcentage d'incuits, la soude restante dans la lessive après cuisson, l'indice de permanganate de la pâte, le photovolt de la pâte écrue.

Les pâtes écrues ont été raffinées au Bauer en plusieurs points d'engraissement, tirées en formettes de 60 g/m², puis analysées. On a retenu les résultats correspondant à 40 °SR pour comparer les caractéristiques des différents échantillons.

Les résultats obtenus au cours de cette étude sont consignés dans les tableaux suivants :

- Tableau n° 21 : Caractéristiques micrométriques des fibres et densité des bois.

- Tableau n° 22 : Résultats de cuisson

- Tableau n° 23 : Caractéristiques des papiers

D'autre part, pour les principales caractéristiques, on a procédé à un classement par essence :

- Tableau n° 24 : Classification des essences par ordre de longueurs de fibres décroissantes.

- Tableau n° 25 : Classification des essences par ordre d'indices de permanganates décroissants.

- Tableau n° 26 : Classification des essences par ordre de longueurs de rupture décroissantes.

- Tableau n° 27 : Classification des essences par ordre d'indices de déchirure décroissants

On aura enfin intérêt à se reporter aux deux derniers tableaux suivants :

- Tableau n° 28 : Répartition statistique des principales caractéristiques.

- Tableau n° 29 : Liste des essences considérées comme peu intéressantes d'un point de vue papetier.

TABLEAU N° 21

Caractéristiques micrométriques des fibres et densité des bois

Nom	N° de code	Longueur des fibres mm	Largeur des fibres (Mu)	C/l Coefficient de souplesse	L/l Indice de feutrage	Densité bois sec
:Abeu	: 011	: 2,5	: 25	: 52	: 100	: 0,63
:Akadak-Akadak	: 026	: 1,2	: 16	: 28	: 75	: 0,91
:Akela	: 030	: 1,9	: 30	: 23	: 63	: 0,67
:Akendeng	: 031	: 1,6	: 27	: 67	: 59	: 0,56
:Akom	: 035	: 1,4	: 29	: 80	: 48	: 0,35
:Akui	: 041	: 1,3	: 25	: 64	: 52	: 0,58
:Andingding	: 049	: 1,9	: 33	: 39	: 57	: 0,61
:Andok	: 050	: 2,0	: 21	: 14	: 95	: 0,90
:Angwane	: 058	: 1,6	: 30	: 26	: 53	: 0,81
:Asam	: 061	: 2,4	: 28	: 25	: 85	: 0,71
:Asamingung	: 062	: 1,3	: 24	: 65	: 55	: 0,49
:Aseng	: 066	: 1,5	: 65	: 88	: 23	: 0,15
:Atak	: 072	: 1,0	: 25	: 68	: 40	: 0,50
:Avom	: 080	: 1,2	: 42	: 71	: 29	: 0,31
:Bongo	: 092	: 1,5	: 19	: 47	: 79	: 0,76
:Bongosi	: 093	: 2,2	: 20	: 5	: 110	: 0,99
:Ebangbemva Oswe	: 098	: 1,2	: 22	: 64	: 54	: 0,39
:Ebap	: 100	: 1,3	: 24	: 67	: 54	: 0,53
:Edipmbazoa	: 109	: 3,2	: 28	: 0	: 115	: 0,71
:Efok Bilobi	: 116	: 1,9	: 26	: 50	: 73	: 0,63
:Efok Ayus	: 117	: 1,9	: 20	: 40	: 95	: 0,61
:Ekem	: 119	: 1,1	: 18	: 61	: 61	: 0,61
:Ekop Nganga	: 130	: 1,6	: 17	: 41	: 95	: 0,87
:Ekop Ribí	: 131	: 1,3	: 19	: 53	: 68	: 0,67
:Elemevini	: 147	: 1,3	: 17	: 35	: 76	: 1,05
:Elolom	: 149	: 2,3	: 28	: 39	: 82	: 0,51
:Enak	: 151	: 1,4	: 19	: 53	: 74	: 0,62
:Esang Afane	: 158	: 2,6	: 22	: 0	: 118	: 0,62
:Esombi	: 164	: 1,9	: 32	: 50	: 59	: 0,41
:Etambaye	: 166	: 2,2	: 23	: 17	: 96	: 0,79
:Eteng	: 167	: 1,5	: 32	: 72	: 47	: 0,35
:Etup	: 170	: 1,3	: 19	: 47	: 68	: 0,70
:Eungokom	: 171	: 1,3	: 33	: 70	: 39	: 0,43
:Etoan	: 169	: 2,0	: 30	: 43	: 66	: 0,62
:Evula	: 175	: 1,4	: 33	: 73	: 42	: 0,53
:Ewome	: 179	: 2,4	: 15	: 13	: 160	: 0,93
:Ka	: 185	: 1,2	: 24	: 50	: 50	: 0,50
:Kanda	: 187	: 1,2	: 29	: 66	: 41	: 0,53
:Kodena	: 188	: 1,1	: 16	: 41	: 69	: 0,94
:Kpakpaele	: 190	: 0,9	: 16	: 19	: 56	: 0,67
:Mhangbazoa	: 195	: 3,1	: 29	: 0	: 106	: 0,80
:Mhangbazoa Afum	: 196	: 2,4	: 34	: 53	: 71	: 0,63
:Mbonda	: 201	: 1,6	: 19	: 37	: 84	: 0,74
:Mekoa	: 205	: 1,7	: 19	: 5	: 90	: 0,91
:Menda Bison	: 206	: 1,1	: 12	: 8	: 92	: 0,93
:Menyuminsi	: 207	: 2,6	: 16	: 6	: 160	: 0,69

TABLEAU N° 21 (Suite)

Nom	N° de code	Longueur des fibres mm	Largeur des fibres (Mu)	C/l Coefficient souplesse	L/l Indice feutrage	Densité bois sec
:Mfang	: 209	: 1,2	: 19	: 52	: 63	: 0,65
:Mfang Oswe	: 211	: 1,3	: 19	: 10	: 68	: 0,97
:Mfo	: 214	: 1,3	: 20	: 55	: 65	: 0,54
:Minsi	: 216	: 1,1	: 19	: 31	: 58	: 0,97
:Muan	: 219	: 0,5	: 23	: 65	: 22	: 0,47
:Mvomba	: 222	: 1,2	: 20	: 40	: 60	: 0,82
:Ngobisolbo	: 224	: 2,5	: 29	: 21	: 86	: 0,62
:Nkanla Nkangela	: 230	: 1,2	: 25	: 64	: 48	: 0,41
:Nom Asam	: 241	: 2,2	: 27	: 30	: 82	: 0,82
:Nom Edipmbazoa	: 246	: 2,3	: 32	: 47	: 72	: 0,70
:Nom Ekong	: 248	: 1,1	: 17	: 35	: 65	: 0,86
:Nom Eteng	: 254	: 1,7	: 36	: 80	: 47	: 0,38
:Miamingomo	: 257	: 2,3	: 25	: 32	: 92	: 0,64
:Nom Onie	: 263	: 1,8	: 22	: 18	: 82	: 0,85
:Otungui	: 265	: 1,3	: 22	: 55	: 59	: 0,70
:Obatoan	: 273	: 2,1	: 31	: 52	: 67	: 0,58
:Odjobi	: 274	: 0,8	: 23	: 57	: 35	: 0,57
:Okekela	: 276	: 2,7	: 32	: 12	: 85	: 0,67
:Olombang	: 283	: 2,8	: 32	: 16	: 87	: 0,76
:Olombewa	: 284	: 1,7	: 23	: 13	: 74	: 0,89
:Oman	: 287	: 2,2	: 19	: 10	: 110	: 0,92
:Osang	: 290	: 1,1	: 18	: 33	: 61	: 0,82
:Otungui	: 295	: 1,2	: 22	: 41	: 55	: 0,65
:Tonso	: 312	: 2,0	: 25	: 20	: 80	: 0,90
:Akoele	: 318	: 2,6	: 17	: 9	: 155	: 0,97
:Bisama	: 323	: 1,8	: 27	: 22	: 67	: 0,74
:Ekang	: 327	: 1,8	: 20	: 15	: 90	: 0,91
:Noik	: 340	: 1,0	: 16	: 21	: 61	: 0,91
:Ngon Bekok	: 341	: 1,2	: 21	: 45	: 57	: 0,68
:Nom Elem	: 356	: 0,9	: 20	: 50	: 45	: 0,62
:Elemevini	: 357	: 1,2	: 16	: 15	: 73	: 0,98
:Nom Ntom	: 362	: 1,3	: 23	: 63	: 57	: 0,52
:Olelang	: 363	: 2,3	: 22	: 0	: 105	: 0,90
:Osang Mevini	: 367	: 1,3	: 19	: 60	: 65	: 0,91
:Nom Okoga	: 400	: 1,3	: 19	: 15	: 65	: 0,95
:Mviemvu	: 339	: 1,8	: 27	: 37	: 67	: 0,51
:Abam Géant	: 005	: 1,5	: 20	: 51,5	: 73	: 0,61
:Adjap Oswé	: 022	: 1,4	: 25	: 68	: 56	: 0,50
:Alomba	: 046	: 1,4	: 25	: 52	: 56	: 0,67
:Anguyem	: 057	: 1,2	: 22	: 66	: 55	: 0,47
:Asa	: 060	: 1,0	: 21	: 76	: 48	: 0,46
:Asas	: 063	: 1,3	: 25	: 68	: 52	: 0,52
:Atui	: 076	: 1,2	: 31	: 76	: 39	: 0,38
:Awonog	: 082	: 2,4	: 38	: 16	: 63	: 0,75
:Ayinda	: 083	: 1,5	: 32	: 63	: 47	: 0,69
:Bidu	: 090	: 2,4	: 26	: 46	: 92	: 0,85
:Damba	: 094	: 1,3	: 29	: 71	: 45	: 0,45
:Ebam	: 099	: 1,5	: 22	: 18	: 68	: 0,85

TABLEAU N° 21 (Fin)

Nom	N° de code	Longueur des fibres mm	Largeur des fibres (Mu)	C/l Coefficient souplesse	L/l Indice feutrage	Densité bois sec
:Ebebam	: 102	: 1,3	: 23	: 65	: 57	: 0,56
:Efok	: 114	: 2,3	: 22	: 36	: 105	: 0,61
:Efok Afum	: 115	: 2,1	: 22	: 64	: 96	: 0,31
:Ekoa	: 120	: 1,3	: 26	: 67	: 50	: 0,44
:Ekop Naga	: 129	: 1,4	: 20	: 60	: 70	: 0,58
:Ekop C	: 136	: 1,7	: 19	: 59	: 88	: 0,57
:Ekop G	: 140	: 1,7	: 18	: 44	: 95	: 0,89
:Elem	: 145	: 1,6	: 15	: 26	: 105	: 0,95
:Elem Etok	: 146	: 1,5	: 20	: 20	: 75	: 1,01
:Engang	: 154	: 1,2	: 22	: 66	: 55	: 0,71
:Engang Oswé	: 155	: 1,6	: 20	: 62	: 80	: 0,90
:Eteng Oswé	: 168	: 1,8	: 31	: 68	: 58	: 0,43
:Evoe Oswé	: 173	: 2,8	: 23	: 26	: 120	: 0,66
:Mbangbazca Evele	: 197	: 3,2	: 29	: 9	: 110	: 0,83
:Mvanda	: 220	: 2,4	: 14	: 25	: 170	: 0,93
:Eyong	: 184	: 2,2	: 19	: 18	: 115	: 0,62
:Abena	: 016	: 2,0	: 25	: 20	: 80	: 0,78
:Nom Okekela	: 261	: 1,5	: 25	: 68	: 60	: 0,72
:Nsangomo	: 268	: 1,8	: 33	: 8	: 55	: 0,68
:Osang Bekwe	: 291	: 1,1	: 18	: 30	: 61	: 0,78
:Ove	: 296	: 1,8	: 26	: 57	: 69	: 0,63
:Doussie	: /	: 1,1	: 19	: 31	: 92	: 0,78
:Ebiara	: /	: 1,6	: 17	: 41	: 97	: 0,74
:Emien	: /	: 1,3	: 16	: 62	: 96	: 0,73
:Eveuss	: /	: 1,9	: 18	: 11	: 105	: 1,02
:Padouk	: /	: 1,3	: 17	: 58	: 76	: 0,75
:Tali	: /	: 1,4	: 14	: 21	: 100	: 0,98
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:

TABLEAU N° 22

Résultats de cuissons

Nom	N° de code	Rendement brut	Rendement pâte classée	Incuits % (sur pâte brute)	Soude restante g/l.	Indice MnO ⁴ K (1)	Photovolt:
:Abeu	: 011	: 50,0	: 49,7	: 0,55	: 11,2	: 31,3	: 21
:Akadak	: 026	: 54,1	: 53,9	: 0,46	: 14,8	: 30,3	: 26,5
:Akela	: 030	: 43,4	: 43,3	: 0,28	: 10,8	: 32,4	: 23,5
:Akendeng	: 031	: 48,3	: 48,1	: 0,33	: 9,2	: 29,3	: 27
:Akom	: 035	: 49,2	: 48,9	: 0,57	: 7,6	: 25,3	: 31
:Akui	: 041	: 50,6	: 50,6	: 0	: 11,2	: 22,9	: 32
:Andingding	: 049	: 47,3	: 47,0	: 0,77	: 12,0	: 38 - 56	: 18,5
:Andok	: 050	: 54,1	: 52,8	: 2,48	: 14,4	: 36,5 - 47,2	: 18,5
:Angwane	: 058	: 48,3	: 48,3	: 0	: 10,8	: 16,8	: 29
:Asam	: 061	: 48,1	: 47,7	: 0,69	: 7,2	: 28,6	: 18
:Asamingung	: 062	: 50,4	: 49,6	: 1,62	: 9,2	: 18,9	: 31
:Aseng	: 066	: 55,4	: 54,9	: 1,03	: 10,5	: 19	: 38
:Atak	: 072	: 53,8	: 53,6	: 0,25	: 16,0	: 32,4	: 29
:Avom	: 080	: 48,8	: 48,8	: 0	: 16,0	: 24,6	: 25,5
:Bongo	: 092	: 54,3	: 54,0	: 0,52	: 10,0	: 23,4	: 32,5
:Bongosi	: 093	: 50,1	: 47,4	: 5,35	: 14,0	: 33,2	: 17,5
:Ebangbemva Oswé	: 098	: 45,2	: 45,2	: 0	: 10,0	: 16,9	: 31
:Ebab	: 100	: 51,0	: 51,0	: 0	: 12,0	: 16	: 33,5
:Edimpbazoa	: 109	: 43,4	: 42,2	: 2,53	: 6,0	: 27,9	: 17
:Efok Bilobi	: 116	: 50,1	: 49,8	: 0,48	: 10,0	: 27,4	: 26,5
:Efok Ayus	: 117	: 47,3	: 47,3	: 0	: 8,0	: 20,5	: 26
:Ekem	: 119	: 43,5	: 43,5	: 0	: 5,8	: 18,3	: 25,5
:Ekop Nganga	: 130	: 48,9	: 48,6	: 0,70	: 11,4	: 28,9	: 26,5
:Ekop Ribí	: 131	: 54,7	: 54,6	: 0,09	: 13,0	: 22,3	: 31,5
:Elemevini	: 147	: 48,1	: 44,4	: 7,75	: 9,2	: 33,8	: 26,5
:Elclom	: 149	: 38,4	: 38,2	: 0,38	: 10,6	: 25	: 21,5
:Enak	: 151	: 50,7	: 50,0	: 1,34	: 8,6	: 30	: 27
:Esang Afan	: 158	: 54,6	: 37,0	: 32,24	: 13,4	: 36 - 46,7	: 19,5
:Esombi	: 164	: 47,8	: 47,4	: 0,76	: 10,8	: 23,5	: 28,5
:Etambaye	: 166	: 44,4	: 44,0	: 1,01	: 9,6	: 32,9	: 17
:Eteng	: 167	: 51,4	: 51,4	: 0	: 9,6	: 20,1	: 27
:Etup	: 170	: 50,5	: 49,8	: 1,41	: 9,8	: 34,2	: 22,5
:Eungokom	: 171	: 50,3	: 49,6	: 1,46	: 13,6	: 35,7 - 44,3	: 29
:Etoan	: 169	: 47,1	: 46,5	: 1,16	: 13,2	: 36,1 - 46,3	: 27
:Evula	: 175	: 46,5	: 46,0	: 1,40	: 11,6	: 36,2 - 46	: 23,5
:Ewome	: 179	: 51	: 45,7	: 10,41	: 4,8	: 33,5	: 20,5
:Ka	: 185	: 46,2	: 45,5	: 1,36	: 8	: 26	: 33
:Kanda	: 187	: 42,5	: 42,1	: 0,96	: 6,8	: 32,9	: 35
:Kodena	: 188	: 49,4	: 47,2	: 4,45	: 8,8	: 34,1	: 27
:Kpanpaélé	: 190	: 50,6	: 50,1	: 0,87	: 8,0	: 19,8	: 26
:Mbangbazoa	: 195	: 47,9	: 47,3	: 1,44	: 13,2	: 23,8	: 25
:Mbangbazoa Afum	: 196	: 47,8	: 47,5	: 0,56	: 13,4	: 31,9	: 22
:Mbonda	: 201	: 47,2	: 47,1	: 0,15	: 6,8	: 20,1	: 26

(1) : Au dessus de 35, on donne un deuxième chiffre qui correspond à un essai effectué avec 80 cc de permanganate.

TABLEAU N° 22 (Suite)

Nom	N° de code	Rendement brut	Rendement pâte classée	Incuits % (sur pâte brute)	Soude restante g/l	Indice MnO ₄ K (1)	Photovolt:
Mekoa	205	46,6	44,2	5,19	2,8	23,6	16
Menda Bison	206	46,6	44,8	3,76	9,2	31,1	22,5
Menyuminsi	207	42,7	42,6	0,22	12	31,9	20,5
Mfang	209	47,0	46,9	0,23	8	25,4	28
Mfang Oswé	211	56,9	55,2	2,96	17,2	32,8	24,5
Mfo	214	52,3	51,5	1,63	14	36,7 - 53	25,5
Minsi	216	54,8	53,9	1,57	10,8	26,4	22,5
Mvan	219	40,6	40,2	0,86	12	25,2	29
Mvomba	222	50,9	50,6	0,73	13,2	27	26
Ngcbisolbo	224	53,4	41,0	23,16	14,0	35,1 - 49,6	24,5
Nkanla Nkangela	230	51,1	50,1	1,91	7,6	26,4	21,5
Nom Asam	241	45,6	44,4	2,61	6,6	34,7	13,5
Nom Edipmbazoa	246	47,3	47,2	0,36	14	30,4	23,5
Nom Ekong	248	50,5	49,6	1,92	4	25	22
Nom Eteng	254	51,5	51,4	0,30	8,2	19,6	28,5
Nom Miamingomo	257	48,2	45,7	5,32	12	35,7 - 49,7	18,5
Nom Onie	263	46,1	45,8	0,63	11	27	18,5
Nom Otungui	265	56,6	54,5	3,89	16	37,2 - 65,4	20
Obatoan	273	51,6	50,7	1,57	13,8	34,7	23,5
Odjobi	274	44,2	43,9	0,66	9,4	22,8	29,5
Okekela	276	46,5	43,6	6,24	11,2	36,4 - 54	15,5
Olombang	283	44,5	44,3	0,41	10,8	30	21,5
Olombewa	284	40,4	40,0	0,97	7,6	26,1	26
Oman	287	53,5	53,1	0,64	11,4	28,8	21,5
Osang	290	49,3	48,6	1,47	12,8	33,4	21,5
Otungui	295	43,9	43,9	0,06	8	22,8	26,5
Tonso	312	45,9	44,1	2,57	10	33,7	20
Akoelé	318	46,4	45,7	1,42	12	36,5 - 52,4	18,5
Bisama	323	44,2	43,1	2,48	14,9	33,3	21,5
Ekang	327	47,0	46,9	0,17	8,4	21,5	21,5
No'ik	340	50,0	49,2	1,68	8,8	31,4	26,5
Ngon Bekok	341	42,3	42,3	0	10	29,6	25,5
Nom Elem	356	48,3	48,3	0	9,2	20,4	27
Nom Elemevini	357	49,1	48,3	1,76	11,2	31	27,5
Nom Ntom	362	44,6	44,6	0,15	11	27,5	30
Nom Olelang	363	45,4	44,5	1,91	7,2	23,3	33
Osang Mevini	367	46,0	45,8	0,56	5,4	22,8	29,5
Nom Okoga	400	56,5	44,9	38,8	8,4	35,8 - 58,7	26
Mviemvu	339	41,7	41,6	0,14	11,2	25,3	25
Abam Géant	005	50,9	50,3	0,58	11,2	25,5	30,5
Adjap Oswé	022	45,3	43,8	3,29	5,8	32	22,5
Alomba	046	49,4	48,9	0,97	9,2	16,5	29,5
Anguyem	057	46,3	46,2	0,17	10,4	19,2	23,5
Asa	060	46,4	45,8	1,37	5,4	21,8	22,5
Asas	063	48,6	48,5	0,34	10,4	34,6	14
Atui	076	49,2	48,8	0,55	11	22,3	30,5
Awonog	082	39,2	38,1	2,71	2,8	27,9	13
Ayinda	083	50,1	49,9	0,49	5,6	19,2	25,5
Bidu	090	48,1	46,2	3,84	7,0	31,4	19

(1) : Au dessus de 35, on donne un deuxième chiffre qui correspond à un essai effectué avec 80 cc de permanganate.

TABLEAU N° 22 (Fin)

Nom	N° de code	Rendement brut	Rendement pâte classée	Incuits % (sur pâte brute)	Soude restante g/l	Indice MnO ₄ K (1)	Photovolt
Damba	094	46,3	46,3	0	8,4	19,8	34
Ebam	099	44,8	43,2	3,44	11,2	37,5 - 62	18,5
Ebebam	102	51,7	51,6	0,22	7,6	15,9	31,5
Efok	114	45,5	45,4	0,22	8,8	20,7	27
Efok Afum	115	42,9	42,9	0	9,0	22,4	28,5
Ekoo	120	49,6	49,5	0,41	7,2	17,4	30,5
Ekop Naga	129	52,6	52,5	0,26	10,8	22,6	33,5
Ekop C	136	50,1	49,9	0,34	12,4	21,6	31,5
Ekop G	140	47,5	46,3	2,46	10,4	29,5	23,5
Elem	145	44,0	43,0	2,34	5,6	31,1	19,5
Elem Etok	146	39,4	37,9	3,67	7,4	33,7	23
Engang	154	51,8	51,6	0,42	10,4	18,5	21
Engang Oswé	155	46,5	46,0	1,27	7,6	27,2	20,5
Eteng Oswé	168	47,4	47,1	0,65	8	21	25,5
Evoe Osvé	173	35,6	35,3	0,88	8,8	29,3	22,2
Mbangbazoa Evele	197	40,9	40,1	2,1	9,0	28,2	18
Mvanda	220	54,6	53,3	2,3	11,6	32,4	26,5
Eyong	184	44,6	43,7	2,16	8,4	16,3	30,5
Abena	016	43,2	42,0	2,91	13,6	22,9	24,5
Nom Okekela	261	46,2	45,3	1,96	12,8	32,9	26
Nsangomo	268	37,7	37,4	0,68	8	23,3	17,5
Osang Bekwé	291	50,9	50,5	0,82	11,2	22	25
Ove	296	40,8	39,9	2,07	12,8	31,6	23,5
Doussié	/	46,3	45,3	2,15	6,4	24,1	19
Ebiara	/	51,5	48,6	5,58	7,6	34,3	13,5
Emien	/	48,9	47,5	2,81	7,8	27,1	18,5
Eveuss	/	53,8	51,4	4,52	13,6	33	13,5
Padouk	/	50,1	40,8	18,6	14,2	38 - 57	11
Tali	/	51,8	48,7	6,0	8,4	29,3	14

(1) : Au dessus de 35, on donne un deuxième chiffre qui correspond à un essai effectué avec 80 cc de permanganate.

TABLEAU N° 23

Caractéristiques des papiers (à 40 °SR après raffinage Bauer)

Nom	N° de code	Longueur	Eclatement	Déchirure	D. Plis	Porosité	Main	Allonge-
		rupture						ment %
Abeu	011	6030	35	138	56	30	1,97	1,5
Akadak-Akadak	026	5650	27	74	12	47	1,94	1,3
Akela	030	5560	31	116	31	9,4	1,77	1,2
Akendeng	031	8300	58	125	755	2,9	1,44	1,9
Akom	035	12450	76	87	1220	0,15	1,22	2,8
Akui	041	8000	42	108	130	2,5	1,45	1,7
Andingding	049	5110	24	92	12	20,2	1,97	0,9
Andok	050	4600	21	88	7	87	2,47	1,0
Angwane	058	6600	27	96	16	12	1,67	1,3
Asam	061	5400	28	103	14	31	1,92	1,2
Asamingung	062	8890	48	97	259	2,70	1,48	2,5
Aseng	066	10400	68	61	1009	0,02	1,18	2,2
Atak	072	7500	37	84	80	1,50	1,43	2,4
Avom	080	8050	37	65	105	0,65	1,30	1,7
Bongo	092	8350	47	135	325	5,5	1,62	2,8
Bongosi	093	4700	21	72	9	60	2,20	2,0
Ebangbemva Oswé	098	9000	54	77	340	0,90	1,28	3,4
Ebap	100	10100	55	105	1000	1,15	1,33	3,0
Edipmbazoa	109	6700	34	148	193	12,50	1,88	2,8
Efok Bilobi	116	7900	38	135	200	8	1,58	2,4
Efok Ayus	117	9250	52	120	170	7	1,52	2,7
Ekem	119	8050	50	106	300	2,7	1,44	3,1
Ekop Nganga	130	6250	36	110	60	40	1,95	2,5
Ekop Ribi	131	8450	55	92	281	5,55	1,68	3,2
Elemevini	147	5700	29	75	18	60	2,30	2,2
Elolom	149	6600	39	135	115	5,50	1,65	2,6
Enak	151	6600	37	88	70	15	1,70	2,7
Esang Afan	158	3700	19	86	6	100	2,40	2,1
Esombi	164	8100	43	110	288	3,00	1,50	2,7
Etambaye	166	4800	25	98	9	70	2,10	1,9
Eteng	167	9900	57	82	800	0,30	1,40	2,5
Etup	170	7100	36	104	30	13	1,75	2,7
Eungokom	171	7900	39	94	95	3,9	1,75	2,7
Etoan	169	6800	41	84	170	8,0	1,70	2,4
Evula	175	6200	28	75	25	6,0	1,65	2,4
Ewome	179	5500	26	118	14	60	2,05	2,2
Ka	185	7800	40	72	48	5	1,55	2,3
Kanda	187	7800	39	85	50	5	1,50	3,1
Kodena	188	6700	38	90	32	20	1,70	2,9
Kpakpaelé	190	5300	26	58	9	35	1,75	2,1
Mbangbazoa	195	6900	36	138	70	25	1,95	2,7
Mbangbazoa Afum	196	6300	40	138	180	5	1,75	2,9
Mbonda	201	11200	55	139	300	3,5	1,65	3,3
Mekoa	205	6200	28	100	18	20	2,00	2,6
Menda Bison	206	5100	24	65	8	50	1,95	2,8
Menyuminsi	207	6500	34	153	50	40	2,15	2,9
Mfang	209	8000	46	96	150	9	1,50	3,2
Mfang Oswé	211	5300	22	72	9	65	2,25	3,0

TABLEAU N° 23 (Suite)

Nom	N° de : code :	Longueur : rupture :	Eclatement :	Déchirure :	D. Plis :	Porosité :	Main :	Allonge- ment % :
:Mfo	: 214 :	6900 :	38 :	95 :	50 :	10 :	1,80 :	2,8 :
:Minsi	: 216 :	4900 :	24 :	68 :	9 :	30 :	1,90 :	2,4 :
:Muan	: 219 :	4150 :	22 :	52 :	6 :	3 :	1,50 :	2,6 :
:Mvomba	: 222 :	5300 :	28 :	67 :	10 :	20 :	1,85 :	2,4 :
:Ngobisolbo	: 224 :	5600 :	28 :	102 :	30 :	30 :	2,10 :	2,6 :
:Nkanla Nkangela	: 230 :	10400 :	62 :	70 :	590 :	0,80 :	1,40 :	3,8 :
:Nom Asam	: 241 :	6250 :	32 :	118 :	40 :	25 :	1,95 :	3,1 :
:Nom Edipmbazoa	: 246 :	7000 :	44 :	129 :	140 :	4,0 :	1,65 :	3,3 :
:Nom Ekong	: 248 :	8300 :	42 :	114 :	60 :	10,0 :	1,60 :	3,6 :
:Nom Eteng	: 254 :	9800 :	58 :	90 :	700 :	0,4 :	1,35 :	3,5 :
:Miamingomo	: 257 :	5200 :	29 :	100 :	16 :	25 :	2,05 :	2,9 :
:Nom Onie	: 263 :	5000 :	28 :	107 :	20 :	35 :	2,10 :	3,0 :
:Otungui	: 265 :	4400 :	27 :	73 :	8 :	42 :	1,85 :	2,8 :
:Obatoan	: 273 :	9000 :	48 :	93 :	200 :	3 :	1,60 :	3,7 :
:Odjobi	: 274 :	7400 :	40 :	77 :	40 :	3 :	1,30 :	3,2 :
:Okekela	: 276 :	3700 :	21 :	73 :	5 :	40 :	2,40 :	2,5 :
:Olombang	: 283 :	5000 :	31 :	120 :	35 :	30 :	2,1 :	3,0 :
:Olombewa	: 284 :	5800 :	32 :	109 :	18 :	40 :	1,90 :	3,0 :
:Oman	: 287 :	4300 :	24 :	106 :	10 :	40 :	2,20 :	2,8 :
:Osang	: 290 :	5000 :	23 :	66 :	6 :	45 :	1,95 :	2,5 :
:Otungui	: 295 :	6700 :	33 :	97 :	16 :	9 :	1,50 :	3,0 :
:Tonso	: 312 :	5500 :	30 :	105 :	20 :	23 :	2,0 :	3,0 :
:Akoélé	: 318 :	6100 :	35 :	126 :	42 :	90 :	2,5 :	3,3 :
:Bisama	: 323 :	4700 :	21 :	101 :	6 :	50 :	2,05 :	2,7 :
:Ekang	: 327 :	6000 :	32 :	120 :	18 :	30 :	2,0 :	3,2 :
:Noïk	: 340 :	7300 :	34 :	80 :	28 :	30 :	1,8 :	2,8 :
:Ngon Bekok	: 341 :	7150 :	38 :	101 :	45 :	8 :	1,6 :	2,5 :
:Nom Elem	: 356 :	9000 :	53 :	93 :	180 :	3 :	1,45 :	3,6 :
:Elemevini	: 357 :	5050 :	26 :	83 :	6 :	40 :	1,95 :	2,2 :
:Nom Ntom	: 362 :	10700 :	74 :	104 :	1200 :	1,40 :	1,45 :	3,8 :
:Ololang	: 363 :	5600 :	32 :	145 :	25 :	15 :	2,25 :	2,1 :
:Osang Mevini	: 367 :	8000 :	45 :	144 :	50 :	10 :	1,75 :	3,3 :
:Nom Okoga	: 400 :	2700 :	14 :	40 :	1 :	80 :	2,45 :	1,7 :
:Mviemvu	: 339 :	6800 :	39 :	122 :	30 :	2,5 :	1,60 :	2,8 :
:Abam Géant	: 005 :	12300 :	63 :	139 :	1500 :	2,5 :	1,5 :	4,0 :
:Adjap Oswé	: 022 :	10000 :	62 :	94 :	800 :	2,5 :	1,50 :	4,0 :
:Alomba	: 046 :	8100 :	45 :	92 :	90 :	6,0 :	1,70 :	3,8 :
:Anguyem	: 057 :	10400 :	65 :	102 :	600 :	1,5 :	1,35 :	3,8 :
:Asa	: 060 :	9200 :	72 :	76 :	1000 :	0,4 :	1,25 :	3,9 :
:Asas	: 063 :	8800 :	51 :	101 :	450 :	3,0 :	1,70 :	3,5 :
:Atui	: 076 :	10200 :	61 :	85 :	825 :	1,0 :	1,45 :	3,7 :
:Awonog	: 082 :	5200 :	30 :	144 :	30 :	15,0 :	2,05 :	3,2 :
:Ayinda	: 083 :	6200 :	30 :	85 :	15 :	7,0 :	1,70 :	3,2 :
:Bidu	: 090 :	7200 :	47 :	205 :	280 :	10,0 :	1,90 :	3,7 :
:Damba	: 094 :	10400 :	56 :	89 :	600 :	0,9 :	1,40 :	3,9 :
:Ebam	: 099 :	4800 :	25 :	70 :	7 :	60 :	2,15 :	2,1 :
:Ebebam	: 102 :	8000 :	49 :	90 :	240 :	1,0 :	1,50 :	3,2 :
:Efok	: 114 :	8100 :	49 :	201 :	250 :	10,0 :	1,80 :	3,4 :
:Efok Afum	: 115 :	8400 :	58 :	93 :	280 :	2,0 :	1,50 :	3,5 :

TABLEAU N° 23 (Fin)

Nom	N° de code	Longueur : rupture	Eclatement :	Déchirure :	D. Plis :	Porosité :	Main : Allonge-ment %
:Ekoa	: 120	: 11600	: 66	: 76	: 530	: 0,5	: 1,25 : 3,2
:Ekop Naga	: 129	: 9800	: 58	: 82	: 300	: 3,5	: 1,60 : 3,4
:Ekop C	: 136	: 9300	: 45	: 80	: 145	: 6,5	: 1,70 : 3,2
:Ekop G	: 140	: 6800	: 37	: 130	: 35	: 17,0	: 2,10 : 2,8
:Elem	: 145	: 9500	: 53	: 130	: 380	: 10,0	: 1,70 : 3,5
:Elemetok	: 146	: 6400	: 32	: 112	: 20	: 35,0	: 2,00 : 2,8
:Engang	: 154	: 7000	: 33	: 85	: 40	: 6,0	: 1,70 : 2,2
:Engang Oswé	: 155	: 8300	: 50	: 132	: 350	: 9,0	: 1,75 : 3,3
:Eteng Oswé	: 168	: 10500	: 67	: 108	: 800	: 0,30	: 1,35 : 3,0
:Evce Oswé	: 173	: 7400	: 44	: 182	: 190	: 4,0	: 1,95 : 2,9
:Mbangbazoa Evele	: 197	: 5700	: 38	: 183	: 140	: 18	: 2,25 : 2,4
:Mvanda	: 220	: 6800	: 32	: 112	: 50	: 9	: 1,85 : 2,5
:Eyong	: 184	: 8400	: 53	: 120	: 340	: 18	: 1,60 : 3,0
:Abena	: 016	: 5000	: 22	: 93	: 5	: 20	: 2,05 : 1,8
:Nom Okekela	: 261	: 7800	: 44	: 110	: 300	: 5	: 1,65 : 2,9
:Nsangomo	: 268	: 4000	: 15	: 77	: 0	: 40	: 2,2 : 1,6
:Osang Bekwe	: 291	: 6300	: 27	: 72	: 10	: 15	: 1,80 : 2,0
:Ove	: 296	: 6000	: 32	: 112	: 44	: 6	: 1,65 : 2,2
:Doussié	: /	: 7300	: 51	: 150	: 50	: 16	: 1,80 : 2,3
:Ebiara	: /	: 5700	: 42	: 100	: 12	: 16	: 1,95 : 2,0
:Emien	: /	: 8000	: 46	: 148	: 150	: 6	: 1,65 : 2,3
:Eveuss	: /	: 4800	: 25	: 115	: 12	: 35	: 2,30 : 1,8
:Padouk	: /	: 4700	: 26	: 73	: 8	: 15	: 2,10 : 1,9
:Tali	: /	: 5000	: 26	: 90	: 8	: 20	: 2,05 : 2,0
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:

TABLEAU N° 24

Essences de la Mangombe

Classification des essences par ordre de longueurs de fibres décroissantes

:Essence	N°	Longueur	:Essence	N°	Longueur	:Essence	N°	Longueur
:		m/m	:		m/m	:		m/m
:Edimpbazoa	109	3,2	:Mviemvu	339	1,8	:Elemevini	147	1,3
:Mbangbazoa Evele	197	3,2	:Bisama	323	1,8	:Ekop Ribbi	131	1,3
:Mbangbazoa	195	3,1	:Nom Onie	263	1,8	:Ebap	100	1,3
:Evoe Oswe	173	2,8	:Ove	296	1,8	:Asamingung	062	1,3
:Olombang	283	2,8	:Nsangomo	268	1,8	:Akui	041	1,3
:Okekela	276	2,7	:Eteng Oswe	168	1,8	:Ekoa	120	1,3
:Menyuminsi	207	2,6	:Doussie	-	1,8	:Ebebam	102	1,3
:Esang Afan	158	2,6	:Olombewa	284	1,7	:Damba	094	1,3
:Akoele	318	2,6	:Nom Eteng	254	1,7	:Asas	063	1,3
:Ngobisolbo	224	2,5	:Mekoa	205	1,7	:Padouk	-	1,3
:Abeu	011	2,5	:Ekop G	140	1,7	:Nom Elemevini	357	1,2
:Mbangbazoa Afum	196	2,4	:Ekop C	136	1,7	:Ngon Bekok	341	1,2
:Ewome	179	2,4	:Ebiara	-	1,7	:Otungui	295	1,2
:Asam	061	2,4	:Mbonda	201	1,6	:Nkanla Nkangela	230	1,2
:Mvanda	220	2,4	:Ekop Nganga	130	1,6	:Mvomba	222	1,2
:Bidu	090	2,4	:Angwane	058	1,6	:Mfang	209	1,2
:Awonog	082	2,4	:Akendeng	031	1,6	:Kanda	187	1,2
:Nom Olelang	363	2,3	:Engang Oswe	155	1,6	:Ka	185	1,2
:Nom Miamingomo	257	2,3	:Elem	145	1,6	:Ebangbemva Oswe	098	1,2
:Nom Edipmbazoa	246	2,3	:Emien	-	1,6	:Avom	080	1,2
:Elolom	149	2,3	:Eteng	167	1,5	:Akadak	026	1,2
:Efok	114	2,3	:Bongo	092	1,5	:Engang	154	1,2
:Oman	287	2,2	:Aseng	066	1,5	:Atui	076	1,2
:Nom Asam	241	2,2	:Nom Okekela	261	1,5	:Anguyem	057	1,2
:Etambaye	166	2,2	:Elem Etok	146	1,5	:Osang	290	1,1
:Bongosi	093	2,2	:Ebam	099	1,5	:Nom Ekong	248	1,1
:Eyong	184	2,2	:Ayinda	083	1,5	:Minsi	216	1,1
:Obatoan	273	2,1	:Abam geant	005	1,5	:Menda Bison	206	1,1
:Efok Afum	115	2,1	:Evula	175	1,4	:Kodena	188	1,1
:Tonso	312	2,0	:Enak	151	1,4	:Ekem	119	1,1
:Etoan	169	2,0	:Akom	035	1,4	:Osang Bekwe	291	1,1
:Andok	050	2,0	:Ekop Naga	129	1,4	:Noik	340	1,0
:Abena	016	2,0	:Alomba	046	1,4	:Atak	072	1,0
:Esombi	164	1,9	:Adjap Oswe	022	1,4	:Asa	060	1,0
:Efok Ayus	117	1,9	:Tali	-	1,4	:Nom Elem	356	0,9
:Efok Bilobi	116	1,9	:Nom Okoga	400	1,3	:Kpakpaele	190	0,9
:Andingding	049	1,9	:Osang Mevini	367	1,3	:Odjobi	274	0,8
:Akela	030	1,9	:Nom Ntom	362	1,3	:Mvan	219	0,5
:Eveuss	-	1,9	:Nom Otungui	265	1,3	:		
:Ekang	327	1,8	:Mfo	214	1,3	:		
:			:Mfang Oswe	211	1,3	:		
:			:Eungo kom	171	1,3	:		
:			:Etup	170	1,3	:		

Longueur moyenne : 1,67 mm

TABLEAU N° 25

Essences de la Mangombe

Classification des essences par ordre d'indice de permanganate décroissant

: Essence	N°	Indice	: Essence	N°	Indice	: Essence	N°	Indice	:
:		MnO ₄ K (1)	:		MnO ₄ K :	:		MnO ₄ K	:
: Nom Otungui	265	37,2 (65,4)	: Abeu	011	31,3	: Nom Olelang	363	23,3	:
: Ebam	099	37,2 (62)	: Menda Bison	206	31,1	: Nsangomo	268	23,3	:
: Nom Okoga	400	35,8 (58,7)	: Elem	145	31,1	: Abena	016	22,9	:
: Padouk	-	38,0 (57)	: Nom Elemevini	357	31	: Akui	041	22,9	:
: Andingding	049	38 (56)	: Nom Edimpbazoa	246	30,4	: Odjobi	274	22,8	:
: Okekela	276	36,4 (54)	: Akadak	026	30,3	: Otungui	295	22,8	:
: Akoele	318	36,5 (52,4)	: Olombang	283	30,0	: Osang Mevini	367	22,8	:
: Mfo	214	36,7 (51,5)	: Enak	151	30,0	: Ekop Naga	129	22,6	:
: Nom Miamingomo	257	35,7 (49,7)	: Ngon Bekok	341	29,6	: Efok Afum	115	22,4	:
: Ngobisolbo	224	35,1 (49,6)	: Ekop G	140	29,5	: Ekop Ribi	131	22,3	:
: Andok	050	36,5 (47,2)	: Evoe Oswe	173	29,3	: Atui	076	22,3	:
: Esang Afan	158	36 (46,7)	: Tali	-	29,3	: Osang Bekwé	291	22	:
: Etoan	169	36,1 (46,3)	: Akendeng	031	29,3	: Asa	060	21,8	:
: Evula	175	36,2 (46)	: Ekop Nganga	130	28,9	: Ekop C	136	21,6	:
: Eungokom	171	35,7 (44,3)	: Oman	287	28,8	: Ekang	327	21,5	:
: Nom Asam	241	34,7	: Asam	061	28,6	: Eteng Osue	155	21,0	:
: Obatoan	273	34,7	: Mbangbazoa Evele	197	28,2	: Efok	114	20,7	:
: Asas	063	34,6	: Edimpbazoa	109	27,9	: Efok Ayus	117	20,5	:
: Ebiara	-	34,3	: Awonog	082	27,9	: Nom Elem	356	20,4	:
: Etup	170	34,2	: Nom Ntom	362	27,5	: Mbonda	201	20,1	:
: Kodena	188	34,1	: Efok Bilobi	116	27,4	: Eteng	161	20,1	:
: Elemevini	147	33,8	: Engang Oswe	155	27,2	: Kparkpaele	190	19,8	:
: Tonso	312	33,7	: Emien	-	27,1	: Damba	094	19,8	:
: Elem Etok	146	33,7	: Mvomba	222	27	: Nom Eteng	254	19,6	:
: Ewome	179	33,5	: Nom Onie	263	27	: Ayinda	083	19,2	:
: Osang	290	33,4	: Minsi	216	26,4	: Angugem	057	19,2	:
: Bisama	323	33,3	: Nkanla Nkangela	230	26,4	: Aseng	066	19	:
: Bongossi	093	33,2	: Olombewa	284	26,1	: Asamingung	062	18,9	:
: Eveuss	-	33,0	: Ka	185	26	: Engang	154	18,5	:
: Kanda	187	32,9	: Abam geant	005	25,5	: Ekem	119	18,3	:
: Etambaye	166	32,9	: Mfang	209	25,4	: Ekoka	120	17,4	:
: Nom Okekela	261	32,9	: Mviemvu	339	25,3	: Ebangbemva Oswe	098	16,9	:
: Mfang Oswe	211	32,8	: Akom	035	25,3	: Angwane	058	16,8	:
: Mvanda	220	32,4	: Mvan	219	25,2	: Alomba	046	16,5	:
: Akela	030	32,4	: Nom Ekong	248	25	: Eyong	184	16,3	:
: Atak	072	32,4	: Elolom	149	25	: Ebap	100	16	:
: Adjap Oswe	022	32	: Avom	080	24,6	: Ebebam	102	15,9	:
: Menyuminsi	207	31,9	: Doussie	-	24,1	:			:
: Mbangbazoa Afum	196	31,9	: Mbangbazoa	195	23,8	:			:
: Ove	296	31,6	: Mekoa	205	23,6	:			:
: Bidu	090	31,4	: Esombi	164	23,5	:			:
: Noik	340	31,4	: Bongo	092	23,4	:			:
:			:			:			:

(1) : Indice effectué avec 80 cc de MnO₄K pour valeurs standards supérieures à 35

Classification des essences par ordre de longueur de rupture décroissante (à 40 °SR)

[illegible]

Classification des essences par ordre d'indice de déchirure décroissant (à 40 °SR)

[illegible]

Repartition statistique de la longueur des
fibres, de la longueur de rupture, de la
déchirure

(121 bois du Cameroun)

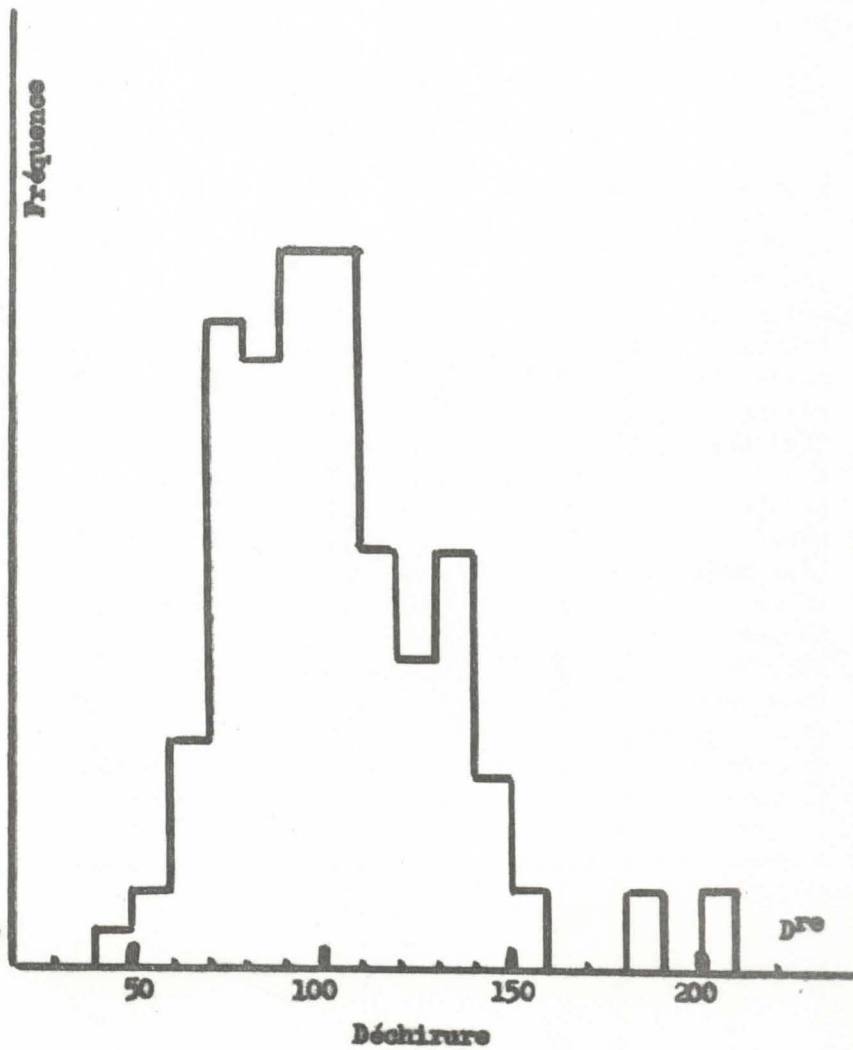
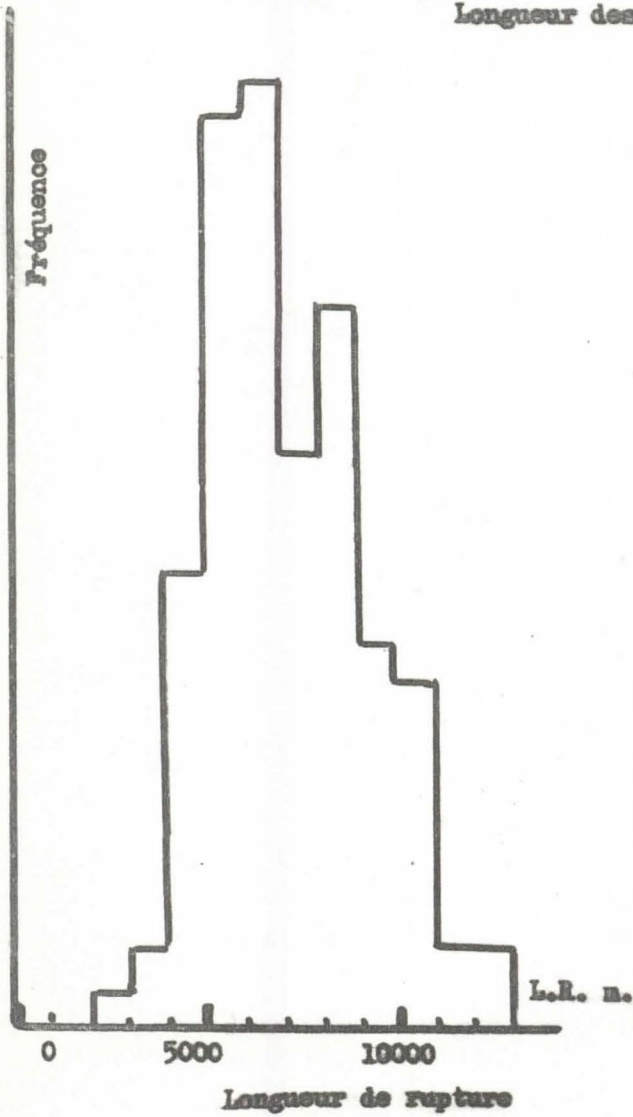
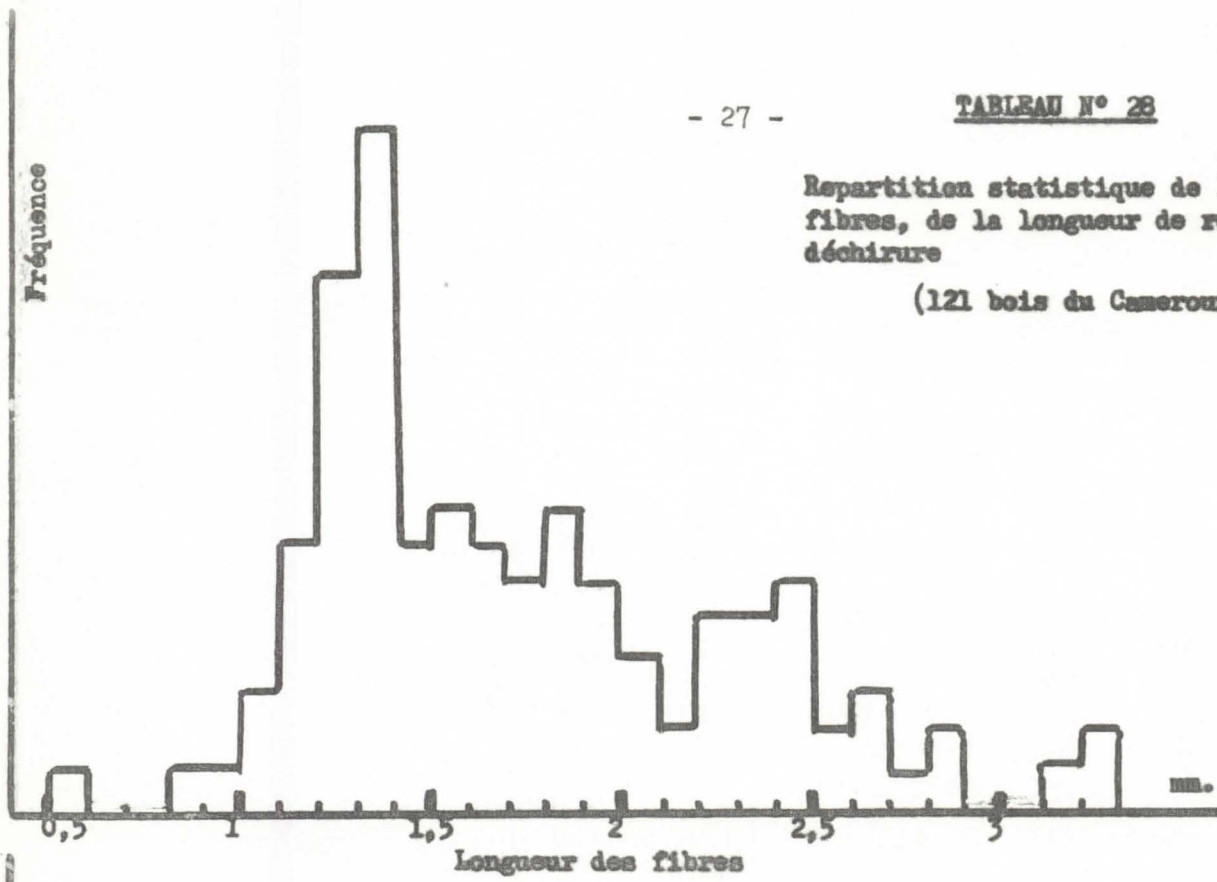


TABLEAU N° 29

Essences de la Mangombe

Liste des essences dont la présence est indésirable dans les mélanges

N°	Essence	Motifs retenus (1)
026	Akadak	d
049	Adingoding	I. MnO ₄ K
050	Andok	d, I. MnO ₄ K
093	Bongossi	d, C. M.
147	Elemevini	d, I. MnO ₄ K
158	Esang Afane	I. MnO ₄ K, C.M.
171	Eungokom	I. MnO ₄ K
169	Etoan	I. MnO ₄ K
175	Evula	I. MnO ₄ K
205	Mekoa	d
206	Menda Bisom	d
211	Mfang Oswe	d
214	Mfo	I. MnO ₄ K
216	Minsi	d
224	Ngobisolbo	I. MnO ₄ K
257	Nom Miamingomo	I. MnO ₄ K
265	Nom Otungui	I. MnO ₄ K
276	Okekela	I. MnO ₄ K, C.M.
287	Oman	d
312	Tonso	d, I. MnO ₄ K
318	Akoele	d, I. MnO ₄ K
327	Ekan	d
340	Noik	d, I. MnO ₄ K
357	Nom elemivini	d
363	Nom olelang	d
400	Nom Okoga	d, I. MnO ₄ K, C.M.
082	Awonog	R ^t
099	Ebam	I. MnO ₄ K
146	Elem Etok	d, R ^t
173	Evoe Oswe	R ^t
220	Mvanda	d
268	Nsargomo	R ^t
219	Mua	C.M.
179	Ewome	d
188	Kodema	d
-	Padouk	I. MnO ₄ K
-	Eveuss	d, I. MnO ₄ K
-	Tali	d
-	Ebiara	I. MnO ₄ K, Incuits

(1) : d : densité élevée, généralement supérieure à 0,9; I. MnO₄K : mauvaise délignification; R^t mauvais rendement; C.M. mauvaises caractéristiques mécaniques (longueur de rupture ou déchirure)

- 29 -

- 3 -

ETUDE DES MELANGES DE BOIS

	Page
3 <u>ETUDE DES MELANGES DE BOIS</u>	29
30 <u>GENERALITES</u>	31
31 <u>HYPOTHESE I : UTILISATION DE TOUS LES BOIS DE LA FORET ...</u>	33
311 Recherche d'un mode opératoire pour la cuisson des bois camerounais dans l'hypothèse I	33
312 Traitement du mélange représentatif et de quelques mélanges spécifiques dans l'hypothèse I	54
313 Potentiel de la forêt dans le cas de l'hypothèse I ..	66
32 <u>HYPOTHESE II : UTILISATION DES BOIS A L'EXCEPTION DES INDESIRABLES</u>	67
321 Recherche d'un mode opératoire pour le traitement des bois camerounais dans l'hypothèse II	67
322 Traitement du mélange représentatif et de quelques mélanges spécifiques dans l'hypothèse II	81
323 Potentiel de la forêt dans le cas de l'hypothèse II ..	93
33 <u>HYPOTHESE III : ELIMINATION DES INDESIRABLES ET REGROUPE- MENT DES ESSENCES RESTANTES EN DEUX CATEGORIES D'APRES LA LONGUEUR DES FIBRES</u>	94
331 Traitement des deux mélanges définis dans l'hypothèse III	94
332 Potentiel de la forêt dans le cas de l'hypothèse III .	104
34 <u>ETUDE COMPARATIVE DES PATES CAMEROUNAISES</u>	106
341 Etude comparative de la cuisson et du blanchiment ...	106
342 Etude comparative des caractéristiques des pâtes	107

3 ETUDE DES MELANGES DE BOIS

30 GENERALITES

L'utilisation des bois en mélange est une nécessité d'un point de vue pratique. On peut toutefois envisager divers types de mélanges correspondant soit à l'utilisation du tout venant de la forêt, soit à l'utilisation des bois après élimination de certaines essences indésirables, soit enfin à l'utilisation des bois après classement en deux ou trois catégories.

Dans chaque cas on peut, soit considérer d'un point de vue pratique un mélange "représentatif" de l'ensemble des bois retenus en admettant qu'au stade industriel on se trouvera en présence d'une association de bois tropicaux proche de ce mélange "représentatif", soit considérer au contraire d'un point de vue théorique des mélanges spécifiques correspondant à des cas particuliers d'association de bois, ce qui permet de mieux situer les zones de variation des principales caractéristiques papetières étudiées.

Dans ce qui va suivre, on considèrera donc trois hypothèses :

- Hypothèse n° 1 : utilisation de tous les bois de la forêt.
- Hypothèse n° 2 : utilisation des bois à l'exception des indésirables
- Hypothèse n° 3 : répartition des bois en trois groupes : indésirables laissés en forêt ou brûlés, bois papetiers à fibres longues, bois papetiers à fibres courtes.

Pour les hypothèses n° 1 et 2, après mise au point d'un mode opératoire s'appliquant à n'importe quel mélange de bois, on étudiera les mélanges spécifiques suivants :

Mélanges destinés à la recherche d'un mode opératoire :

- Mélange des dix essences les plus difficiles à traiter
- Mélange des dix essences les plus faciles à traiter

Mélanges destinés à l'étude des variations de la qualité des pâtes

- Mélange représentatif de l'ensemble des bois retenus
- Mélange des dix meilleurs bois classés selon la résistance à la traction des papiers.
- Mélange des dix plus mauvais bois classés selon le même critère que précédemment.
- Mélange des dix meilleurs bois classés selon la résistance à la déchirure des papiers correspondants.
- Mélange des dix plus mauvais bois classés selon le même critère que précédemment.

Pour l'hypothèse n° 3, on étudiera uniquement les mélanges représentatifs des deux groupes papetiers retenus.

Dans ce cas, en effet, l'étude des mélanges spécifiques offre un moindre intérêt car la classification par types de fibres conduit déjà à des lots de bois plus homogènes.

31 HYPOTHESE I - UTILISATION DE TOUS LES BOIS DE LA FORET

311 Recherche d'un mode opératoire pour la cuisson des bois camerounais dans l'hypothèse I

On a tout d'abord recherché des conditions de cuisson permettant de traiter n'importe quel mélange de bois camerounais. Pour cela, on a pris en considération les deux mélanges suivants :

- Bois difficiles à cuire : on a retenu les dix essences qui d'après l'étude du chapitre précédent donnaient les pâtes les moins délignifiées (indice de permanganate élevé).
- Bois faciles à cuire : on a retenu les dix essences donnant les pâtes les mieux cuites (indice de permanganate faible).

Le choix de dix essences est arbitraire. Dans une grande unité industrielle la probabilité d'une telle association serait nulle, mais cette hypothèse est intéressante d'un point de vue théorique.

On trouvera au tableau n° 311 la liste des essences composant les deux mélanges précédents. On notera que les bois ont été pris en quantités égales.

311.1 Composition chimique des mélanges

On a déterminé la composition chimique d'un mélange des 10 essences difficiles à traiter et d'un mélange de 10 essences faciles. Les résultats suivants exprimés en % du bois ont été obtenus. A titre comparatif, on donne la composition d'un mélange représentatif de l'ensemble des bois.

	Mélange difficile	Mélange facile	Mélange représentatif
	%	%	%
Extrait alcool-benzène	2,6	1,2	2,3
Extrait à l'eau	2,0	2,9	1,8
Extrait à la soude	10,1	13,8	11,8
Lignine	35,6	26,9	32
Pentosanes	12,5	18,0	14,5
Cellulose corrigée	44,4	47,4	45,6
Cendres totales	1,4	1,2	1,4
SiO ²	0,1	0,1	0,06
Fe ² O ³	0,0001	0,0005	0,004
Fe ² O ³ + Al ² O ³	0,1	0,1	0,01
CaO	0,4	0,2	0,5
Bilan partiel	98,5	97,6	97,6

TABLEAU N° 311

Hypothèse 1

Utilisation du "tout venant"

Définition de mélanges spécifiques

Difficiles à cuire			Faciles à cuire		
1	Nom Otungui	265	1	Ebebam	102
2	Ebam	099	2	Ebap	100
3	Nom Okoga	400	3	Eyong	184
4	Padouk	-	4	Alomba	046
5	Andingding	049	5	Angwane	058
6	Okekela	276	6	Ebangbemva Oswe	098
7	Akoele	318	7	Ekoa	120
8	Mfo	214	8	Ekem	119
9	Nom Miamingomo	257	9	Engang	154
10	Ngobisolbo	224	10	Asamingung	062

Longueur de rupture élevée			Longueur de rupture faible		
1	Akom	035	1	Nom Okoga	400
2	Abam geant	005	2	Okekela	276
3	Ekoa	120	3	Esang Afan	158
4	Mbonda	201	4	Nsangomo	268
5	Nom Ntom	362	5	Mvan	219
6	Eteng Oswe	168	6	Oman	287
7	Damba	094	7	Nom Otungui	265
8	Nkanla Nkangela	230	8	Andok	050
9	Aseng	066	9	Bongosi	093
10	Anguyem	057	10	Bisama	323

Déchirure élevée			Déchirure faible		
1	Bidu	090	1	Nom Okoga	400
2	Efok	114	2	Mvan	219
3	Mbangbazoa Evele	197	3	Kpakpaele	190
4	Evoo Oswe	173	4	Aseng	066
5	Menyuminsi	207	5	Menda Bison	206
6	Doussie	-	6	Avom	080
7	Edimpbazoa	109	7	Osang	290
8	Emien	-	8	Mvomba	222
9	Nom Olelang	363	9	Minsi	216
10	Osang Mevini	367	10	Ebam	099

On remarque que le mélange difficile se distingue du mélange facile par une quantité sensiblement plus importante de lignine, et par un extrait à l'alcool-benzène un peu plus élevé. Le mélange difficile contient moins de cellulose et de pentosanes.

On voit que le mélange "représentatif" de tous les bois de la forêt se situe d'un point de vue chimique entre les deux mélanges précédents, tout au moins pour les principaux constituants.

Le mélange facile se rapproche dans une certaine mesure des bois feuillus européens. Le mélange difficile en est assez éloigné.

311.2 Densité moyenne des bois

Le calcul de la densité moyenne des bois donne les résultats suivants :

Mélange difficile : d moy. = 0,73

Mélange facile : d moy. = 0,58

Le mélange difficile a une densité plus élevée. Les bois de ce mélange possèdent donc une structure plus compacte d'où une pénétration des réactifs probablement plus lente.

On verra par la suite que le mélange représentatif de l'ensemble des bois de la forêt a une densité moyenne de 0,71 donc assez proche de celle du mélange difficile.

311.3 Cuisson des mélanges

On a retenu une cuisson soude-soufre des bois dans les conditions suivantes :

Soude : 18; 22; 26 %

Soufre : 1,8; 2,2; 2,6 %

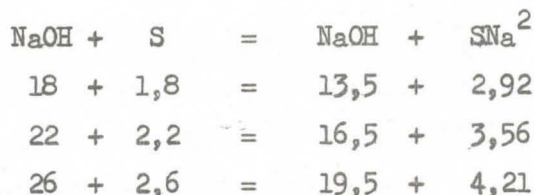
Rapport lessive/bois sec : 3,3/1

Montée en température : 2 h.

Palier à 170° : 1h30 ou 2h30

Lessiveur utilisé : rotatif de 50 litres

On rappelle que la cuisson soude-soufre est équivalente à une cuisson kraft classique avec la correspondance suivante :



Après cuisson, les résultats suivants ont été obtenus :

: NaOH + S	: Durée	: Rendement:	: Rendement:	: NaOH	: Indice	: Photovolt:	: D. P. :
: (Hypothèse I)	: à	: brut %	: en pâte	: g/l dans	: MnO_4K	: pâte :	:
:	: 170°	:	: classée	: lessive noire:	:	: écrue :	:
:	:	:	%	:	:	:	:
: <u>Mél. Difficile</u>	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 53,7	: 36,4(2)	: 7,2	: 58,4 (1)	: 13	: 1030
: 22 + 2,2	: "	: 48,6	: 41,5(2)	: 13,0	: 48,7 (1)	: 15	: 860
: 26 + 2,6	: "	: 42,9	: 41,5	: 18,2	: 32,5	: 17	: 710
: 22 + 2,2	: 2h30	: 45,4	: 43,6	: 8	: 32	: 16,5	: 725
:	:	:	:	:	:	:	:
: <u>Mél. Facile</u>	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 50,5	: 47,9	: 2,8	: 20,3	: 21,5	: 1200
: 22 + 2,2	: "	: 48,6	: 48,2	: 7,0	: 17,7	: 23	: 930
: 26 + 2,6	: "	: 47,2	: 47,1	: 16,0	: 15,6	: 23	: 810
: 22 + 2,2	: 2h30	: 48,0	: 47,9	: 6,5	: 15,7	: 22	: 860
:	:	:	:	:	:	:	:

(1) Test effectué avec 80 cc MnO_4K au lieu de 40

(2) Chiffres faibles en raison d'un pourcentage élevé d'incuits

Les résultats précédents confirment la facilité de cuisson du mélange facile, toutes les conditions opératoires retenues pour les essais pouvant convenir. Il n'en est pas de même pour le mélange difficile et il faut écarter les cuissons avec 18 ou 22 % de soude d'une durée de 1h30 à 170°. Avec 26 % de soude et une durée de 1h30 à 170° ou 22 % de soude et une durée de 2h30, on obtient une pâte normalement défibrable, bien que l'indice de délignification (indice de permanganate) soit encore élevé.

Il apparaît qu'une prolongation du palier est beaucoup plus avantageuse dans le cas du mélange difficile puisqu'autrement il reste une quantité importante de soude libre dans les lessives résiduelles. C'est donc finalement la cuisson avec 22 % de soude et 2h30 de palier à 170° qui doit être retenue de préférence. Une telle cuisson, appliquée à n'importe quel mélange de bois camerounais, ne donnera pas obligatoirement un indice de délignification constant, mais elle donnera une pâte défibrable avec peu d'incuits ce qui est essentiel.

Remarque : l'expérience acquise au cours d'essais antérieurs montre que la transposition sur le plan semi-industriel ou industriel des cuissons de laboratoire effectuées par le C.T.F.T. conduit à des pâtes mieux cuites, l'indice de permanganate diminuant d'environ 4 points. Sur un plan industriel, l'indice de permanganate serait donc d'environ 28 pour le mélange difficile et 12 pour le mélange facile.

311.4 Blanchiment des pâtes

Les pâtes écruës précédentes ont été blanchies de deux façons différentes :

- en quatre phases du type : Cl - NaOH - ClONa - ClONa
- en cinq phases du type : Cl - NaOH + H₂O² - ClO₂ - H₂O₂ - ClO₂

Les résultats suivants ont été obtenus :

311.41 Blanchiment en 4 phases (ClONa)

NaOH + S	Durée	Cl total	NaOH	Photovolt	Stabilité	Indice de cuivre	D. P.
(Hypothèse I)	à	(1)	total		%		
	170°	%	%				
<u>Mél. difficile</u>							
18 + 1,8	1h30	25,0	8,4	81,5	81	0,65	650
22 + 2,2	"	18,5	5,9	81,5	83,5	0,60	530
26 + 2,6	"	13,5	3,8	81,5	84	0,60	520
22 + 2,2	2h30	11,8	3,8	80	83	0,55	520
<u>Mél. facile</u>							
18 + 1,8	1h30	7,2	2,1	80	85	0,35	900
22 + 2,2	"	6,1	1,9	80	85	0,40	725
26 + 2,6	"	6,0	1,8	80	87	0,35	650
22 + 2,2	2h30	5,9	1,6	80	86	0,40	610

(1) : Cl + ClONa en chlore actif

311.42 Blanchiment en 5 phases (ClO₂)

NaOH + S	Durée	Cl total	ClO ₂	NaOH	H ₂ O ₂	Photovolt	Stabilité	Indice	D. P.
(Hypothèse I)	à 170°	(1) %	total %	total %	total %		%	de cuivre	
<u>Mél. difficile</u>									
18 + 1,8	1h30	19,4	4,3	8,6	1,1	91,5	87	0,55	850
22 + 2,2	"	14,7	4,2	6,4	1,0	91,5	88	0,45	740
26 + 2,6	"	9,9	3,8	4,5	0,9	92,5	88	0,45	650
22 + 2,2	2h30	9,6	3,2	4,4	1,0	92	88,5	0,45	580
<u>Mél. facile</u>									
18 + 1,8	1h30	5,1	1,9	3,0	1,0	92,5	89	0,30	1120
22 + 2,2	"	3,9	1,9	2,3	1,0	92,5	89	0,30	815
26 + 2,6	"	3,9	1,8	2,2	1,0	92,5	90	0,30	775
22 + 2,2	2h30	3,8	1,7	2,2	1,0	92,5	90	0,40	730

(1) : chlore à la chloration

311.43 Analyse des résultats de blanchiment

Les résultats précédents montrent qu'il faut retenir un blanchiment en cinq phases avec bioxyde de chlore si on veut obtenir des blancheurs supérieures à 90° de photovolt. Dans ces conditions, on peut obtenir des blancheurs et des stabilités à peu près comparables à celles que l'on observe lorsque l'on traite des bois feuillus européens.

Les quantités de réactif à mettre en jeu dépendent bien entendu du degré de délignification des pâtes et à ce point de vue les mélanges faciles et difficiles se comportent différemment. Pour la cuisson réalisée avec 22 % de soude à 170° pendant 2h30 la quantité de chlore nécessaire au mélange difficile est 2,5 fois plus élevée que celle du mélange facile, et la quantité de bioxyde de chlore 1,8 fois plus élevée. Il sera donc nécessaire, au point de vue pratique, de se tenir aussi près que possible du mélange représentatif moyen en mélangeant au maximum les bois sur parc, en utilisant avant cuisson des silos de grande capacité, en faisant passer la pâte après cuisson dans un grand cuvier mélangeur. Dans ces conditions, le blanchiment des pâtes camerounaises ne devrait pas offrir de difficultés particulières. On vérifiera d'ailleurs par la suite que toutes les associations de bois camerounais, autres que les mélanges difficiles ou faciles qui correspondent à des cas particuliers théoriques, conduisent effectivement à des consommations très voisines d'agents blanchissants.

311.5 Caractéristiques des papiers

Les pâtes écruës et blanchies ont été raffinées au Jokro et au Bauer, tirées en formettes de papier de 60 g/m² et analysées. Les résultats suivants ont été obtenus :

311.51 Pâtes écruës - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 311.51 A, B, C, D, E, F. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR

: NaOH + S	: Durée	: Longueur	: Eclate-	: Déchi-	: Plis	: Allonge-	: Porosité:	: Main	: Durée de :
: (Hypothèse I)	: à	: de	: ment	: rure	: T = 1 kg.	: ment	:	:	: raffinage:
: (Hypothèse I)	: 170°	: rupture	:	:	:	: %	:	:	: (min.) :
: <u>Mél. difficile</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 5000	: 25	: 108	: 10	: 1,2	: 40	: 1,75	: 45
: 22 + 2,2	: "	: 5200	: 26	: 109	: 12	: 1,4	: 35	: 1,70	: 40
: 26 + 2,6	: "	: 5400	: 27	: 110	: 16	: 1,7	: 30	: 1,65	: 35
: 22 + 2,2	: 2h30	: 5600	: 29	: 111	: 20	: 1,5	: 30	: 1,65	: 35
: <u>Mél. facile</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 8800	: 57	: 95	: 350	: 3,9	: 8	: 1,40	: 30
: 22 + 2,2	: "	: 8200	: 51	: 90	: 250	: 3,0	: 8	: 1,35	: 30
: 26 + 2,6	: "	: 7800	: 47	: 86	: 150	: 2,7	: 8	: 1,35	: 30
: 22 + 2,2	: 2h30	: 8000	: 50	: 88	: 200	: 2,9	: 8	: 1,35	: 30

311.52 Pâtes blanchies en cinq phases - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 311.52 A, B, C, D, E, F. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR

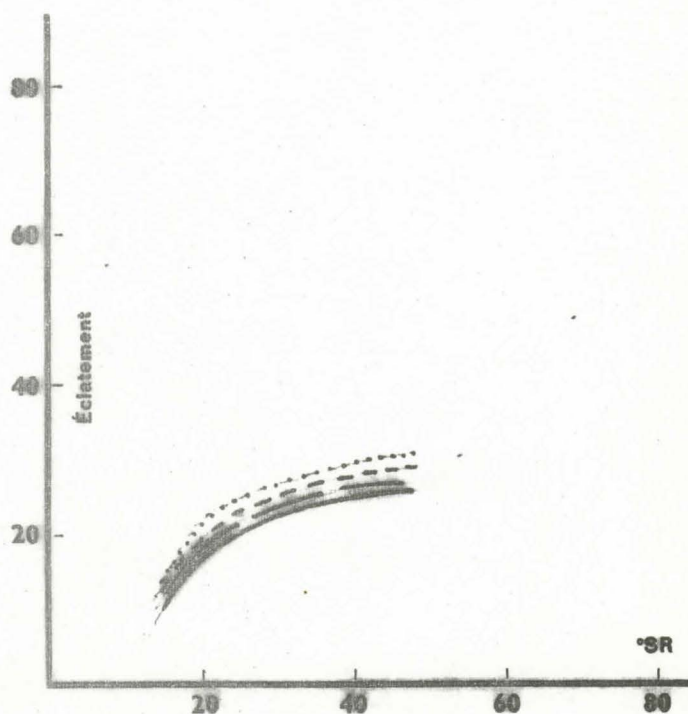
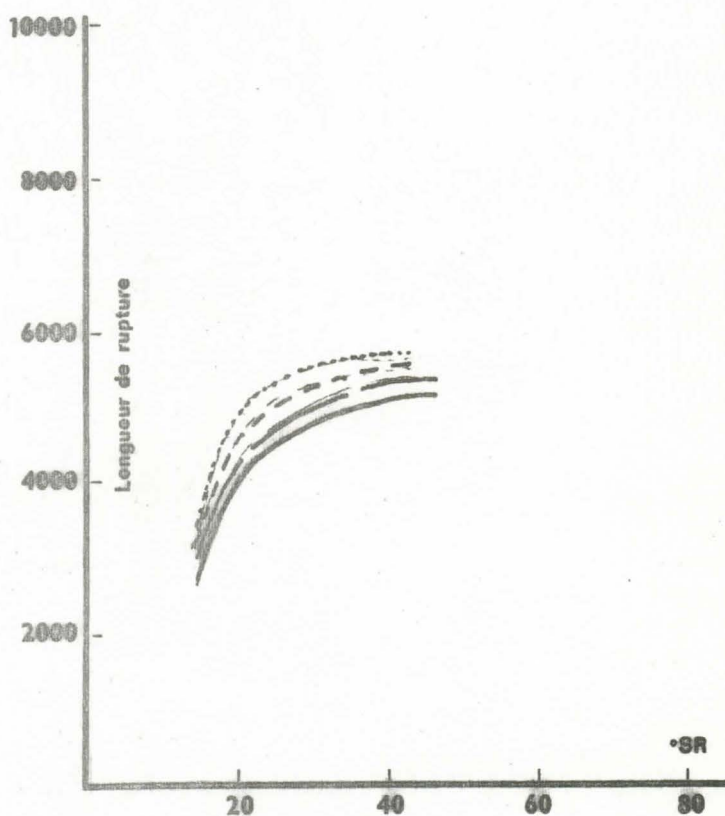
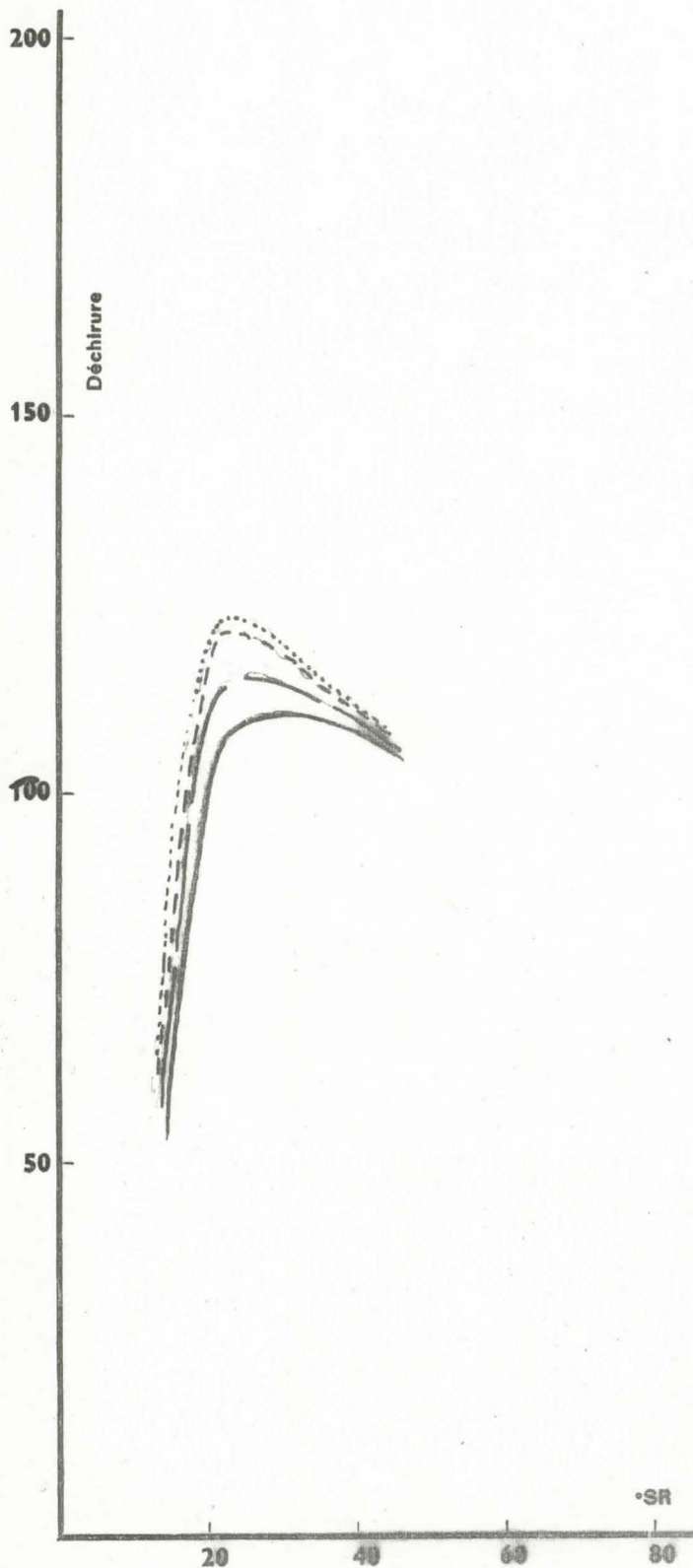
: NaOH + S	: Durée	: Longueur	: Eclate-	: Déchi-	: Plis	: Allonge-	: Poro-	: Main	: Opaci-	: Durée de:
: (Hypothèse I)	: à	: de	: ment	: rure	: T = 1 kg.	: ment %	: sité	:	: té	: raffi-
: (Hypothèse I)	: 170°	: rupture	:	:	:	:	:	:	:	: nage
: Mél. difficile	:	:	:	:	:	:	:	:	:	: (min.)
: 18 + 1,8	: 1h30	: 6300	: 38	: 120	: 60	: 2,9	: 20	: 1,45	: 63	: 43
: 22 + 2,2	: "	: 6200	: 37	: 118	: 50	: 2,5	: 20	: 1,45	: 63	: 42
: 26 + 2,6	: "	: 6000	: 35	: 114	: 30	: 2,4	: 20	: 1,45	: 64	: 40
: 22 + 2,2	: 2h30	: 6200	: 36	: 115	: 40	: 2,4	: 20	: 1,45	: 64	: 40
: Mél. facile	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 7900	: 50	: 99	: 300	: 3,2	: 7	: 1,35	: 62	: 35
: 22 + 2,2	: "	: 7700	: 48	: 92	: 150	: 3,0	: 7	: 1,35	: 62	: 35
: 26 + 2,6	: "	: 7200	: 44	: 84	: 60	: 2,6	: 7	: 1,35	: 64	: 35
: 22 + 2,2	: 2h30	: 7400	: 47	: 87	: 100	: 2,8	: 7	: 1,30	: 64	: 35

311.53 Analyse des résultats relatifs aux caractéristiques des papiers

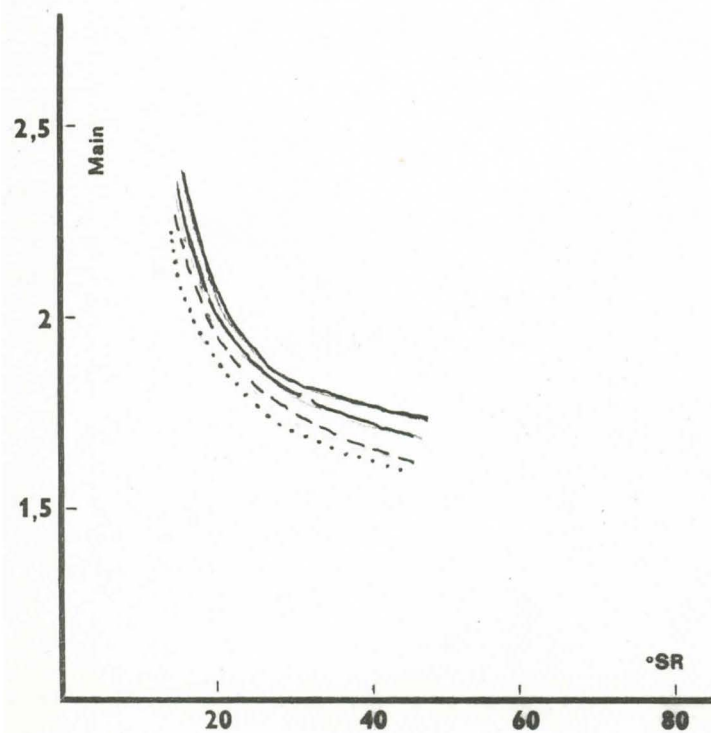
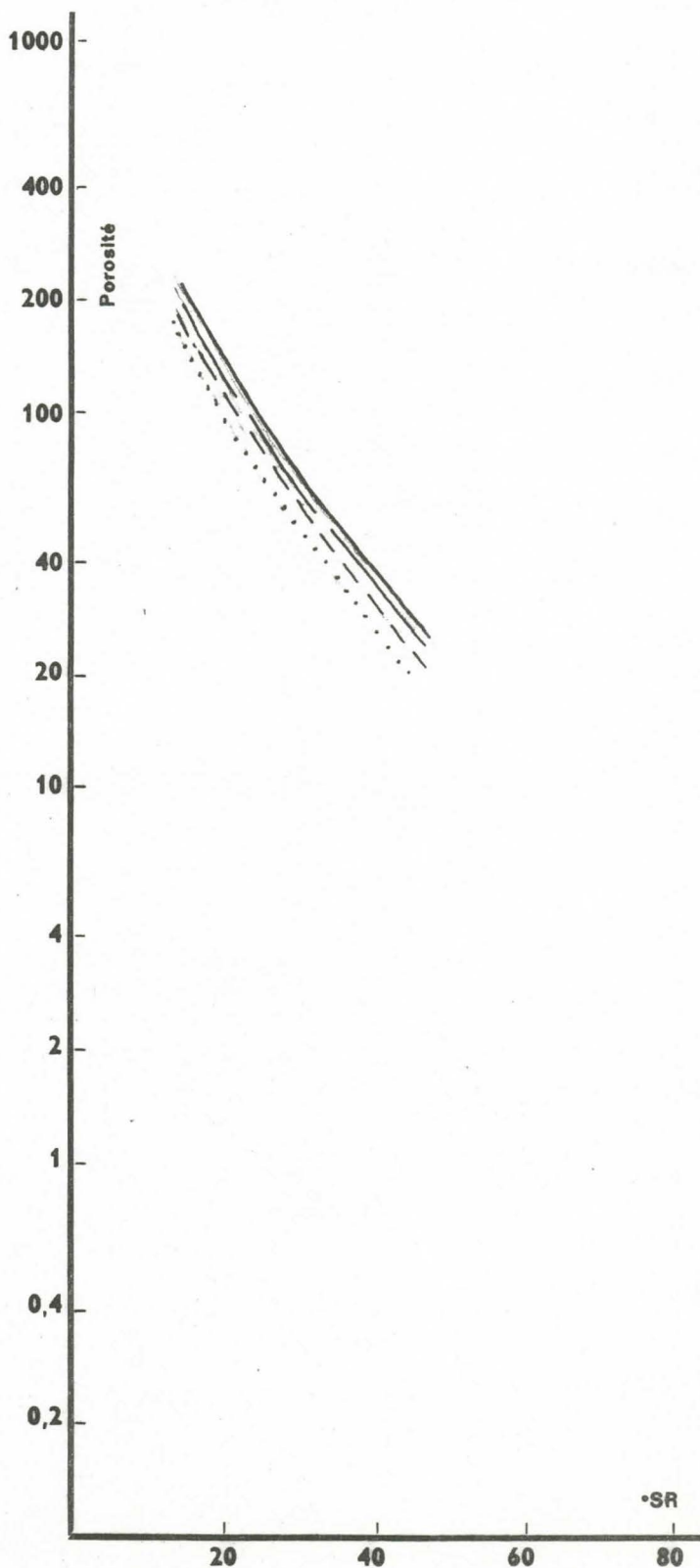
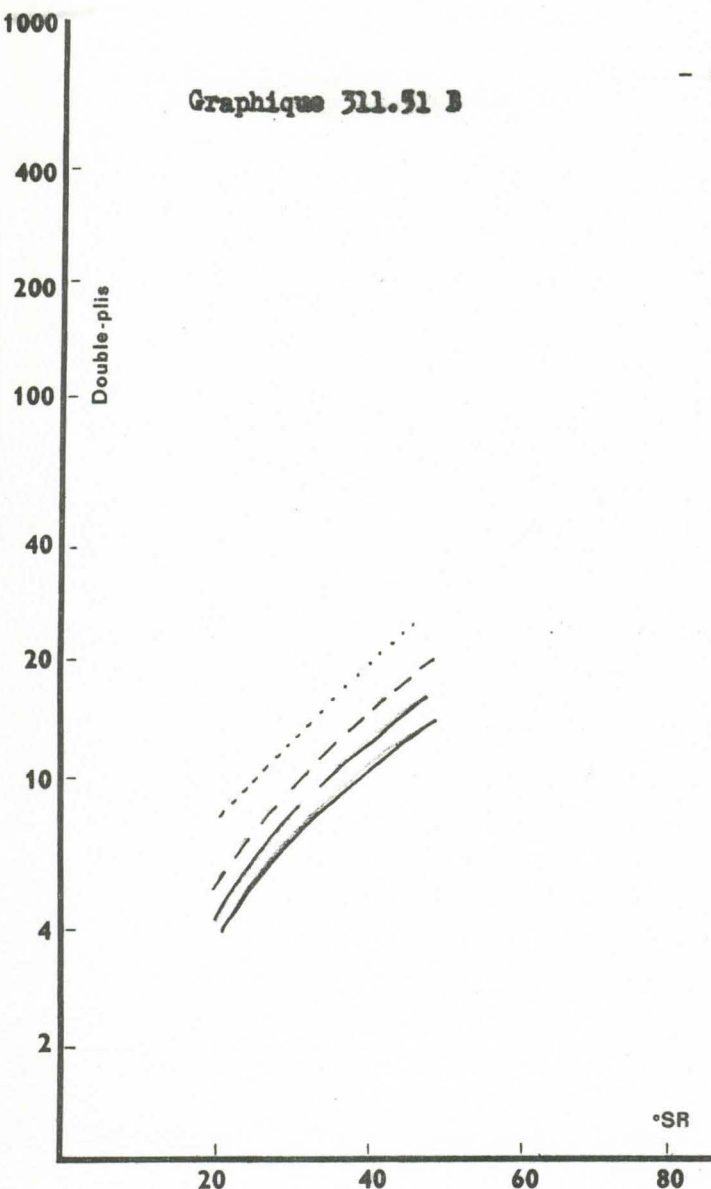
Les résultats précédents montrent que pour le mélange difficile auquel correspond des pâtes écrues relativement peu délignifiées, ce sont les pâtes les plus cuites qui donnent les meilleures caractéristiques. C'est le contraire dans le cas du mélange facile pour lequel toutes les pâtes sont suffisamment cuites. On remarque que la prolongation du palier de 1h30 à 2h30 améliore légèrement la qualité des papiers dans le cas du mélange difficile et ne la diminue pas beaucoup dans le cas du mélange facile. A ce point de vue, une prolongation du palier ne représente donc pas un grave inconvénient. Dans le cas du mélange difficile, les caractéristiques des pâtes blanchies sont supérieures à celles des pâtes écrues alors que c'est l'inverse pour le mélange facile. Il en résulte que les différences entre les deux mélanges s'atténuent après blanchiment. Sous forme blanchie, la pâte du mélange difficile est équivalente à une pâte de Hêtre avec toutefois une meilleure résistance à la déchirure. La pâte du mélange facile correspond à une bonne pâte de bois feuillus européens.

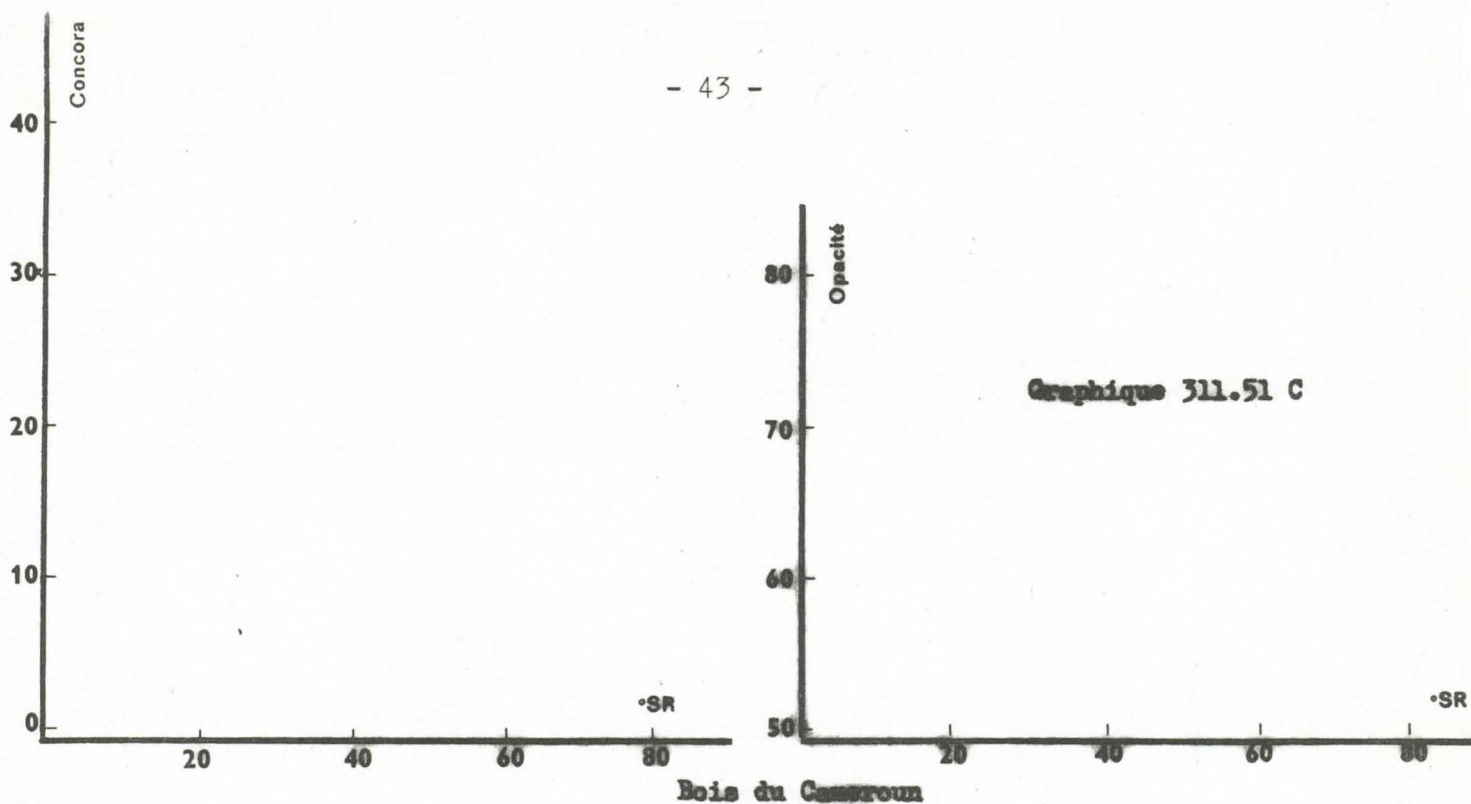
(1) : Tout au moins dans le cas d'un blanchiment avec ClO₂

	N ₂ O ₂ H	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30



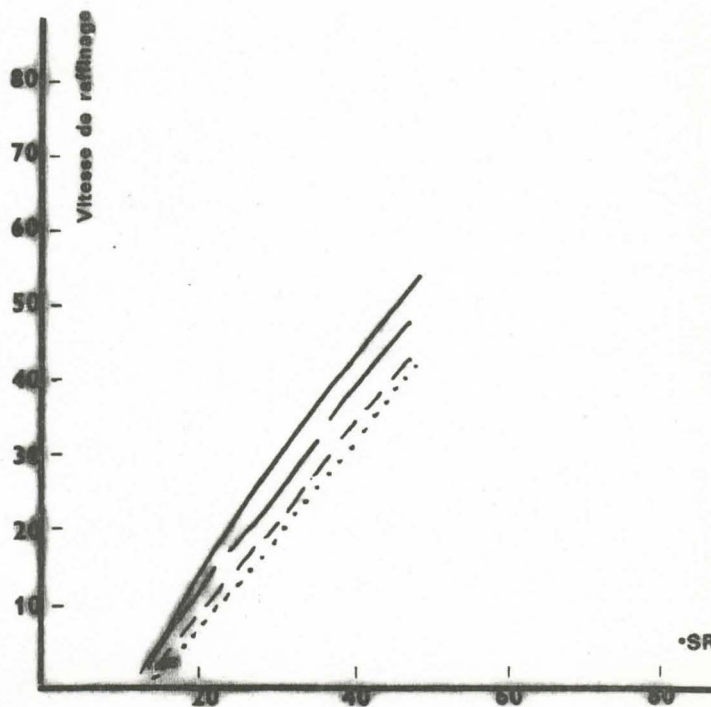
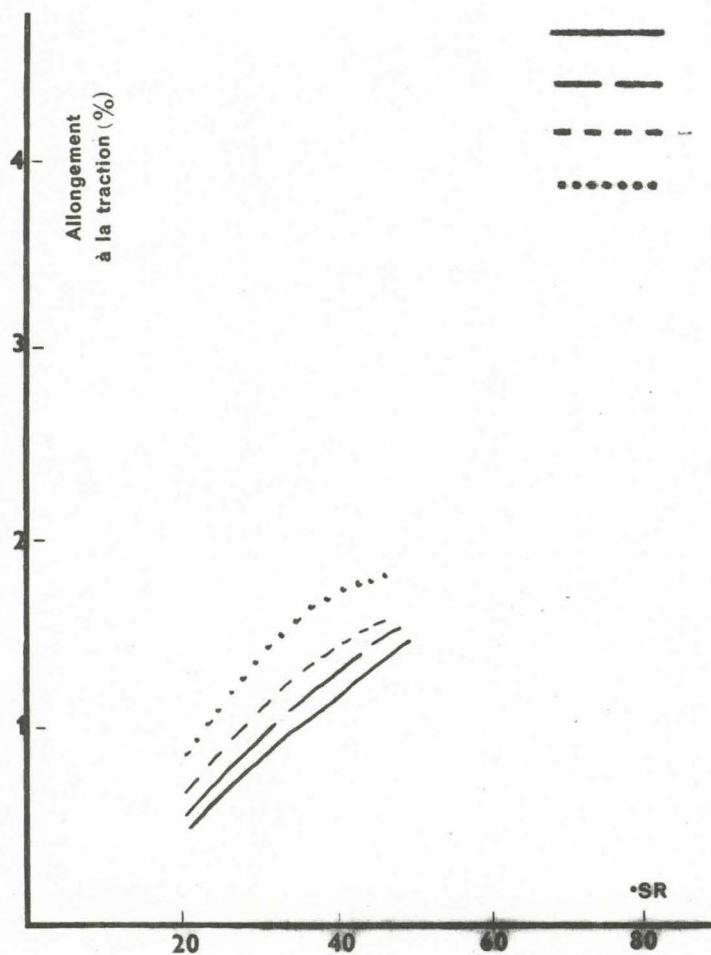
Graphique 311.51 B



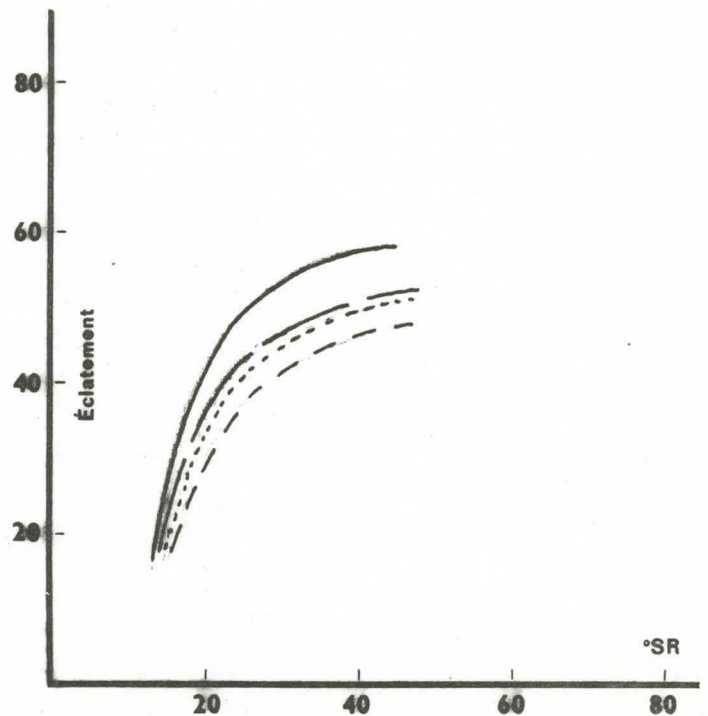
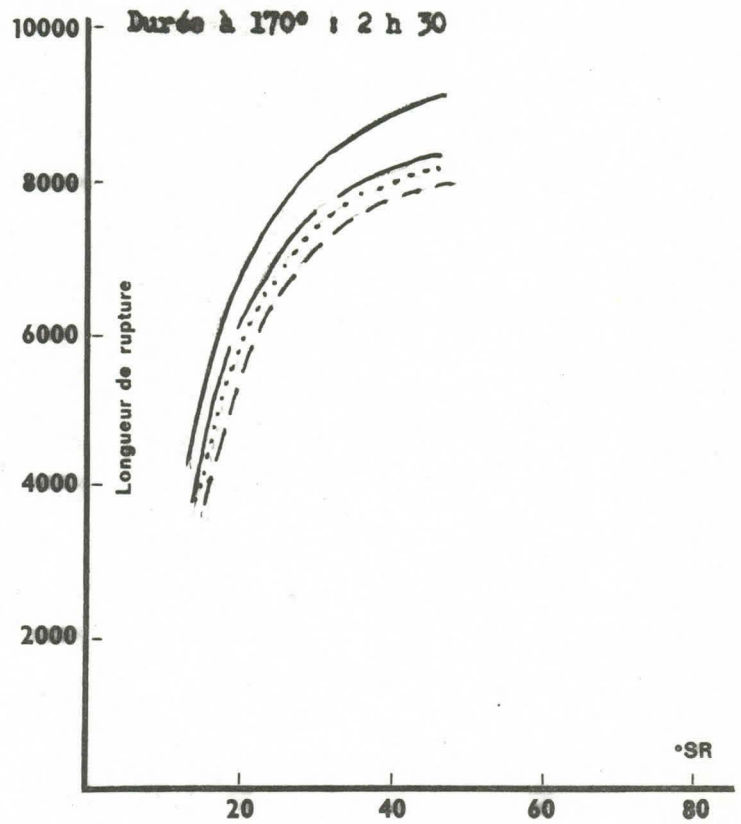
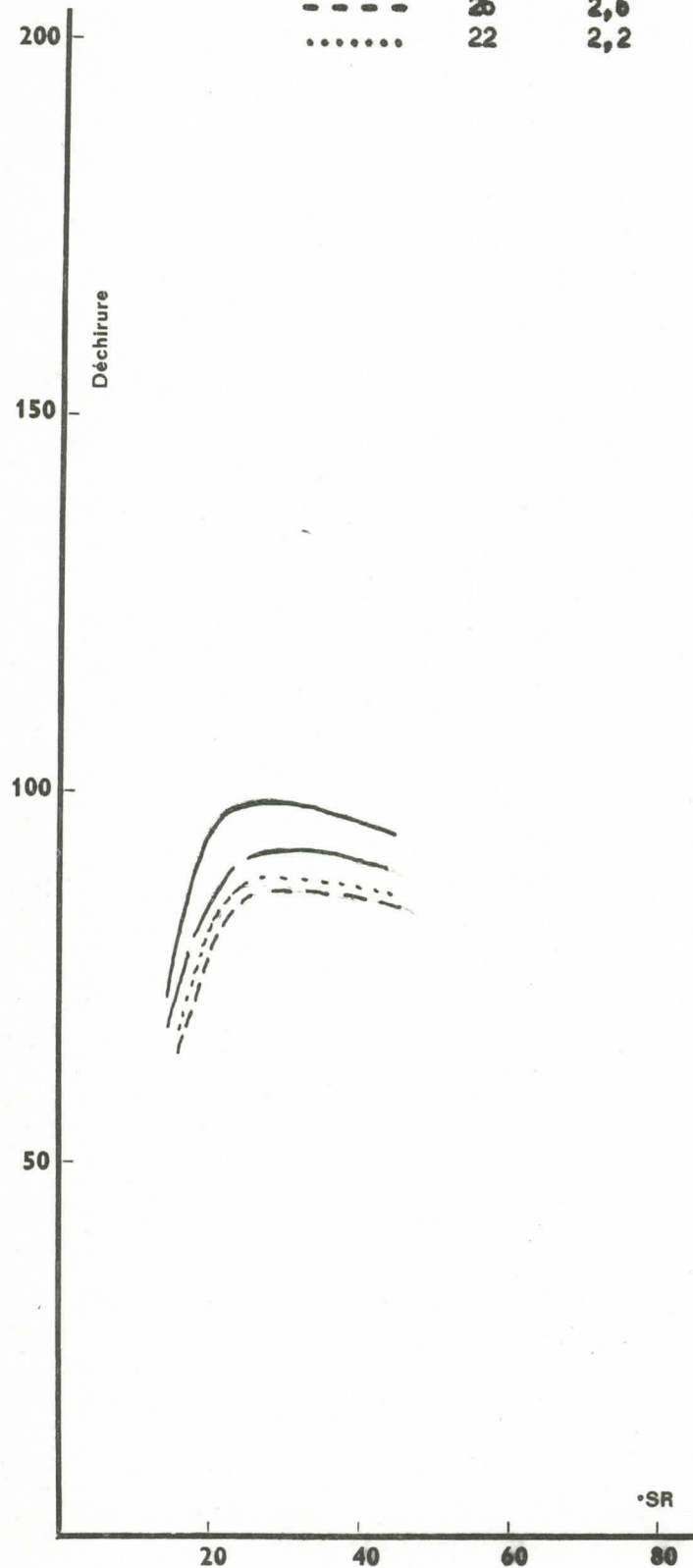


Hypothèse I - Mélange difficile
Pâtes écorues - Raffinage Johne

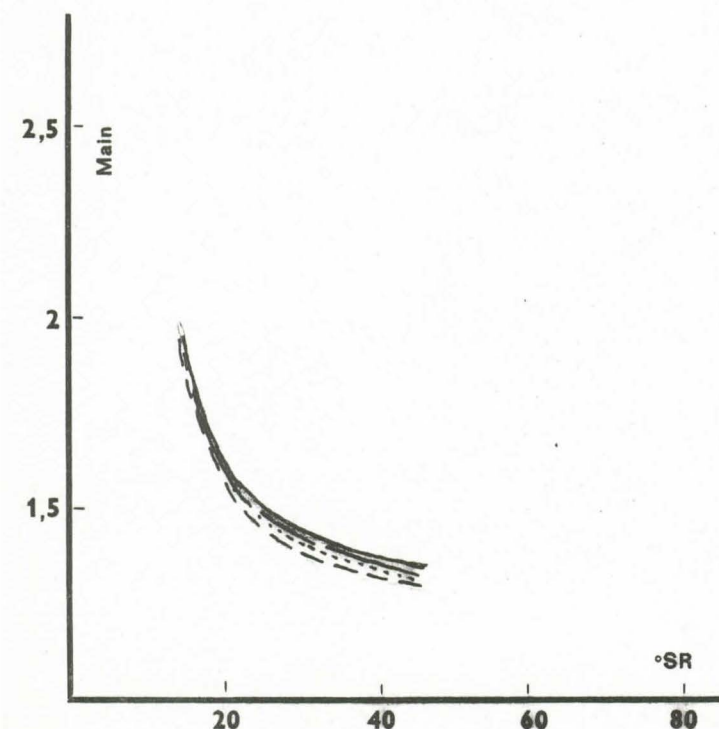
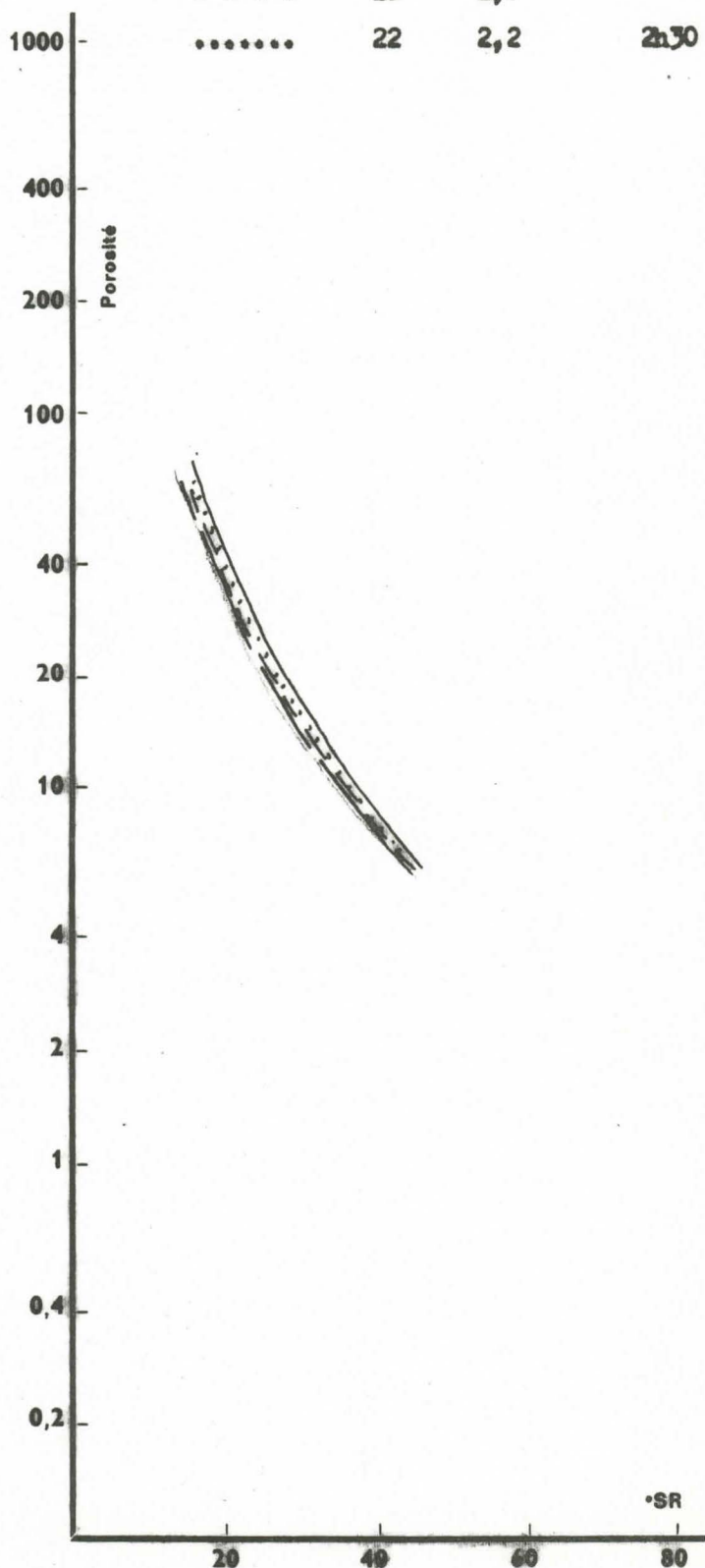
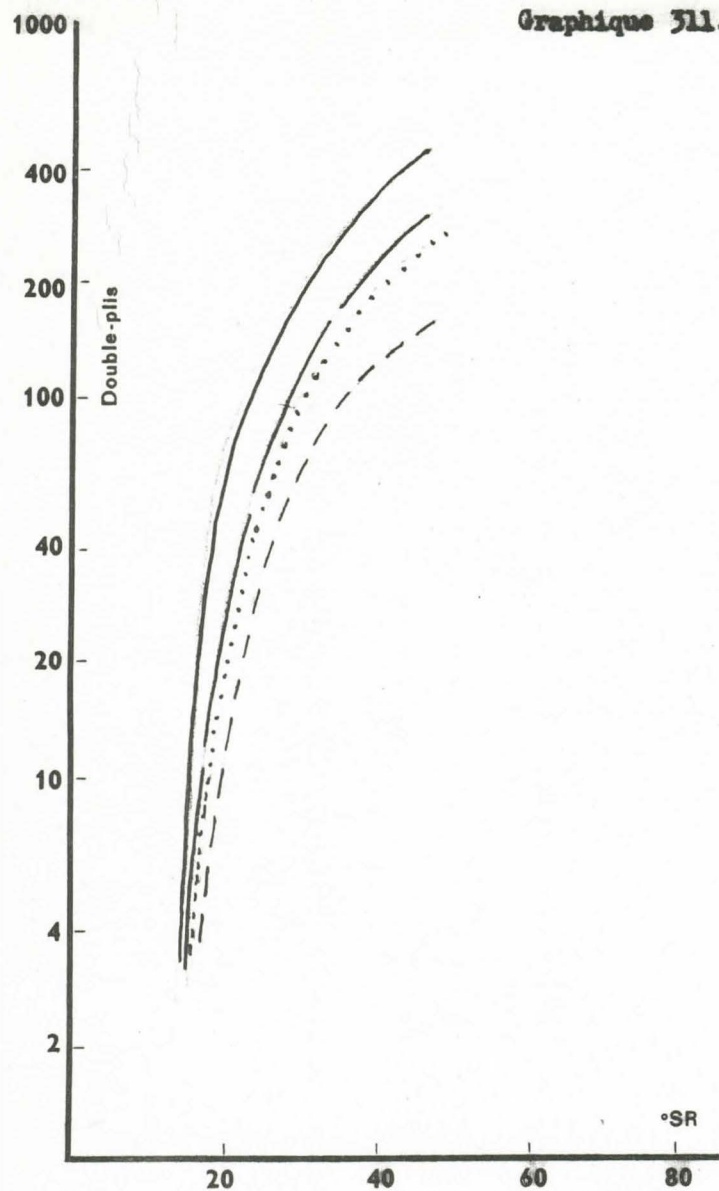
	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30

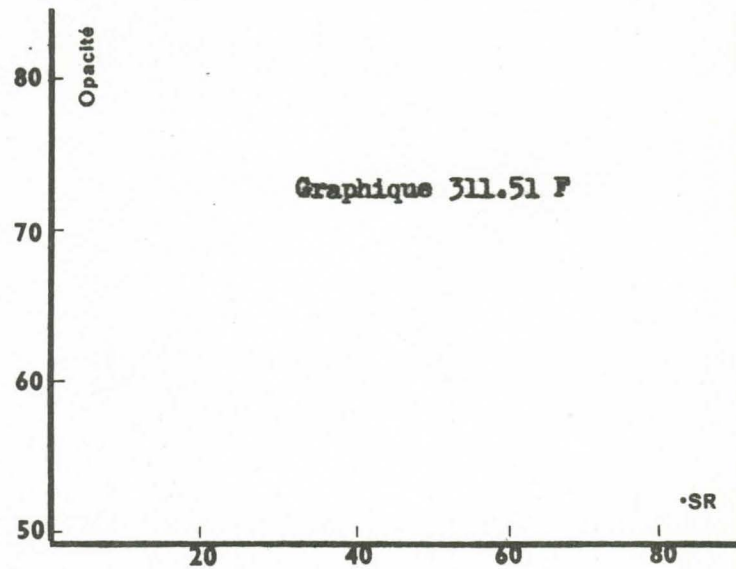
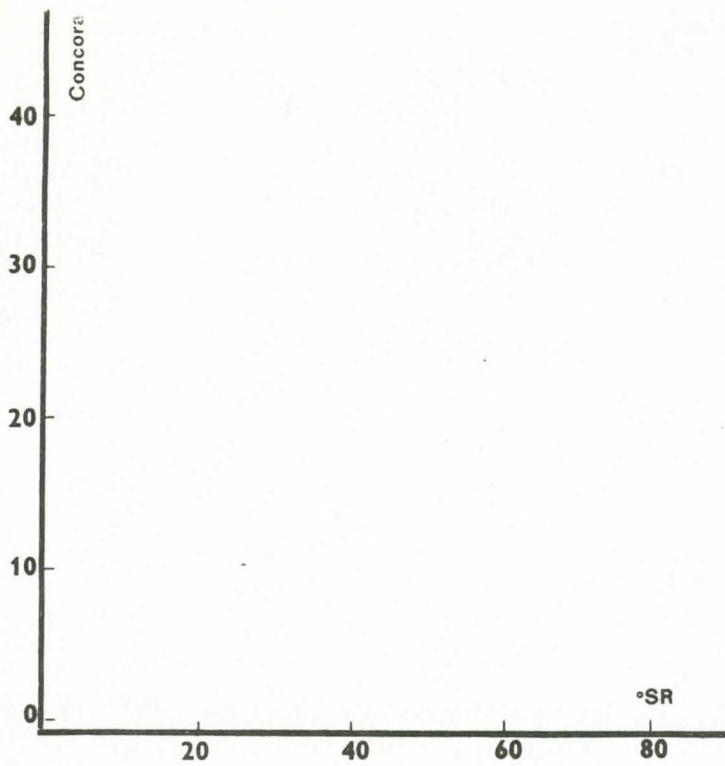


	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	"



	NaOH	S	Durée à 170°
—	18	1,8	1h30
- - -	22	2,2	"
- - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30





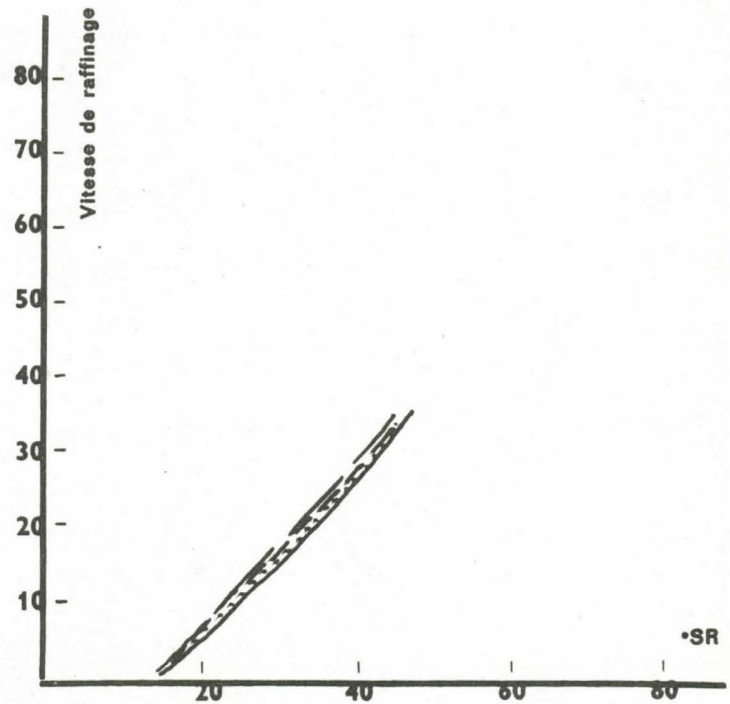
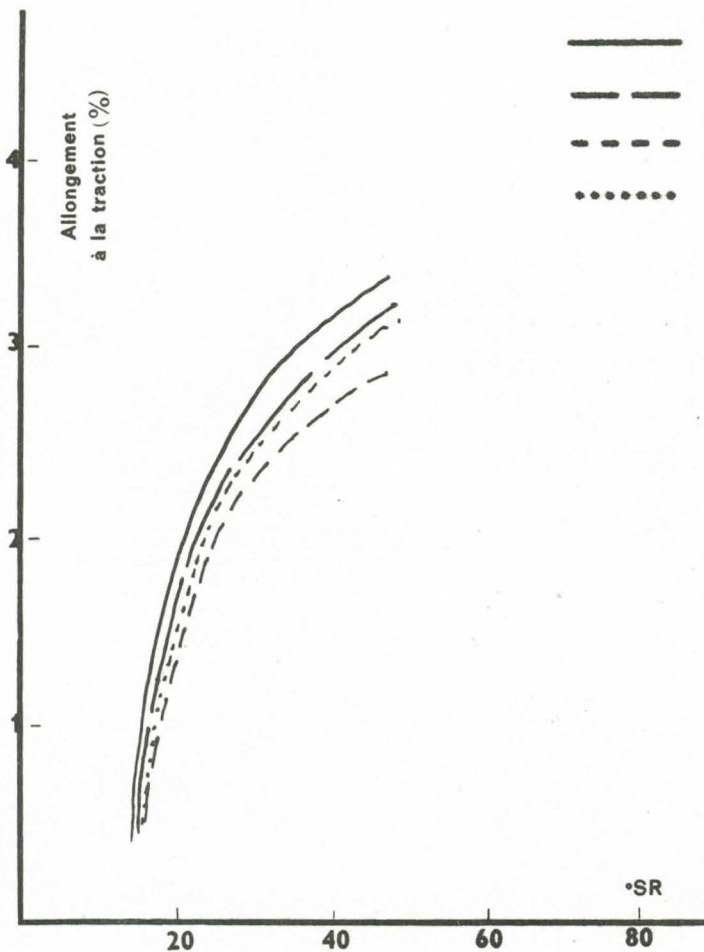
Graphique 311.51 F

Bois du Cameroun

Hypothèse I - Mélange facile

Pâtes écruës - Raffinage Jekro

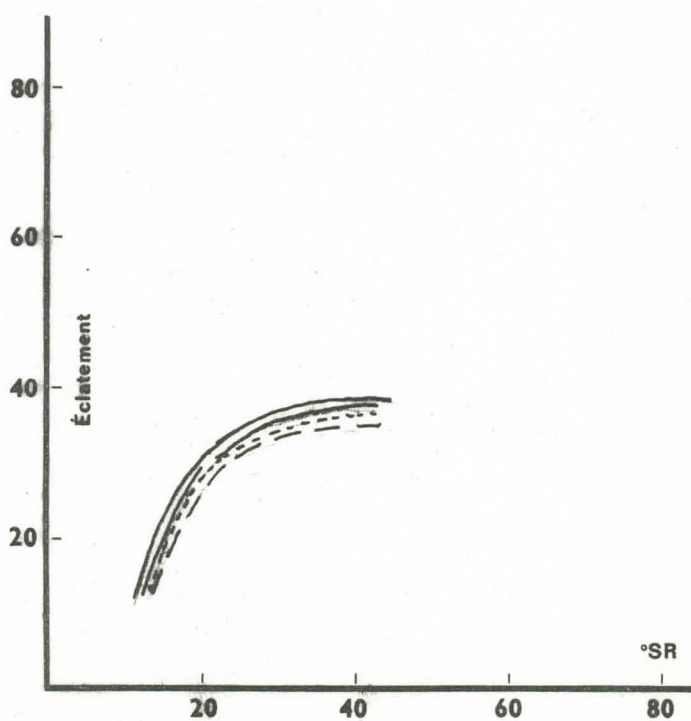
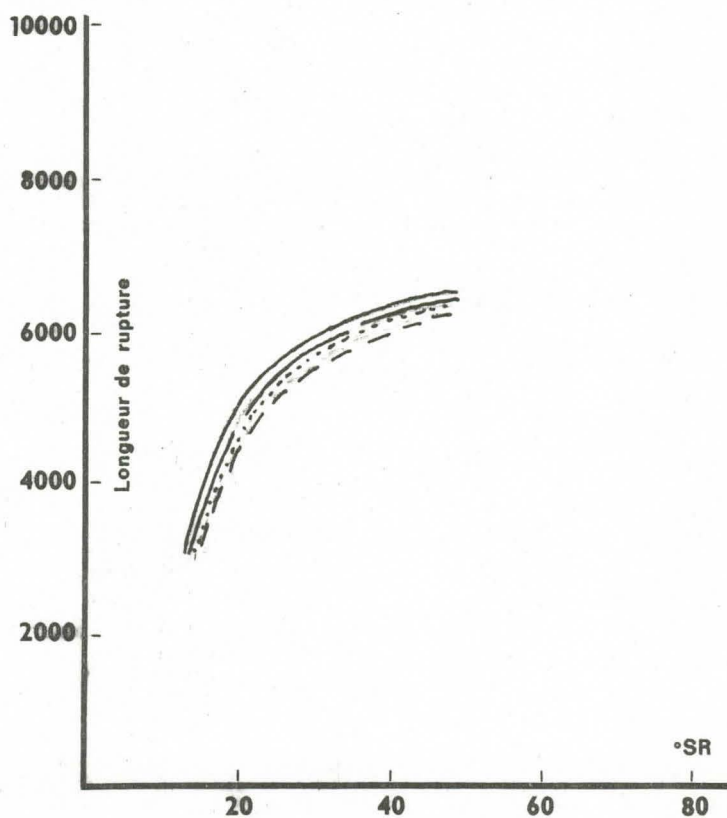
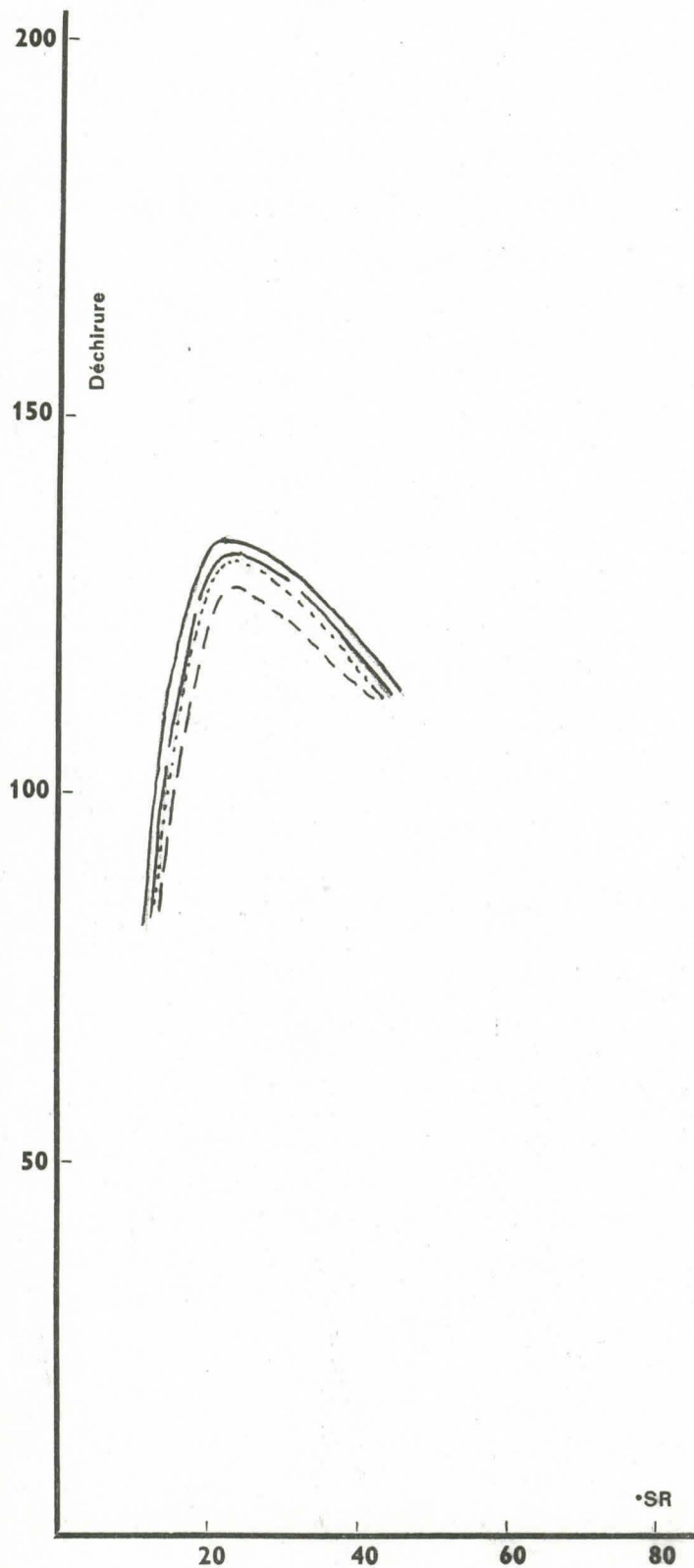
	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30



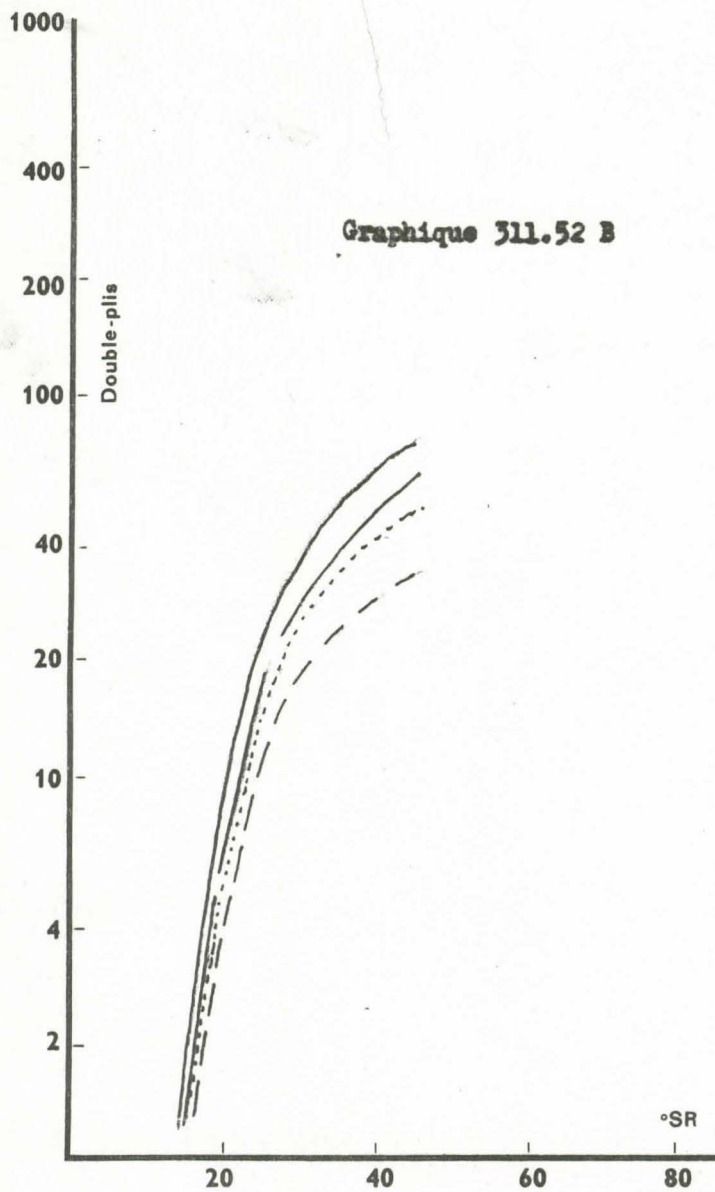
Pâtes blanchies en 5 phases - Raffinage Jekse

Graphique 311.52 A

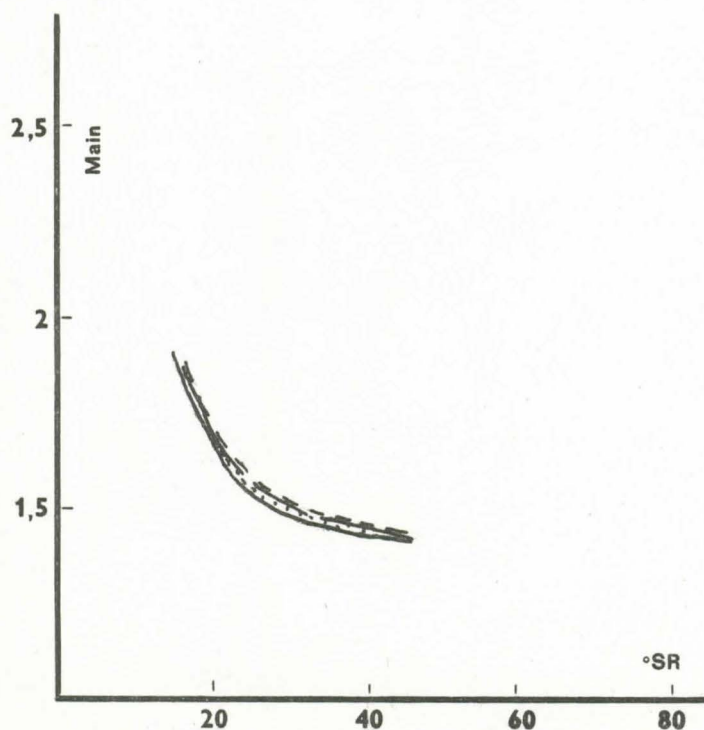
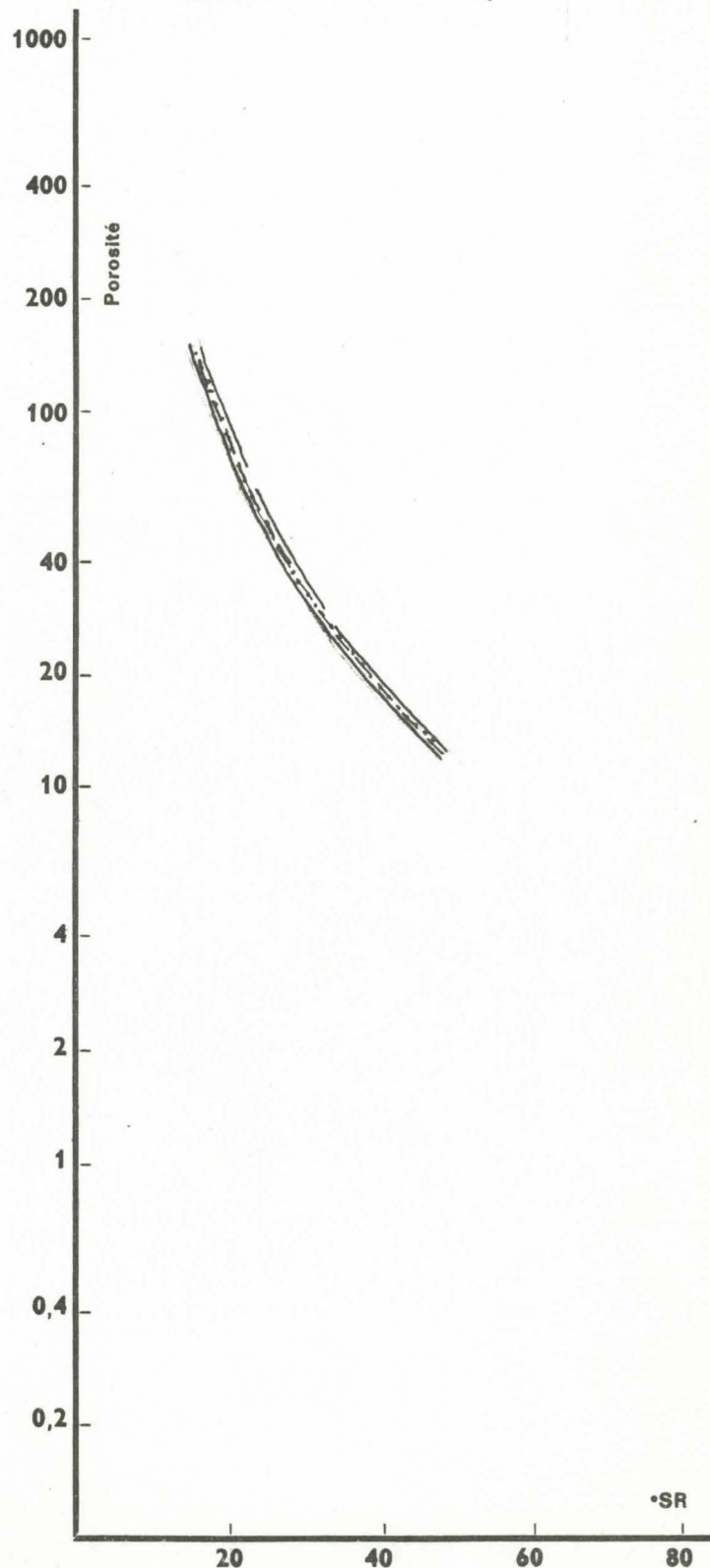
	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30

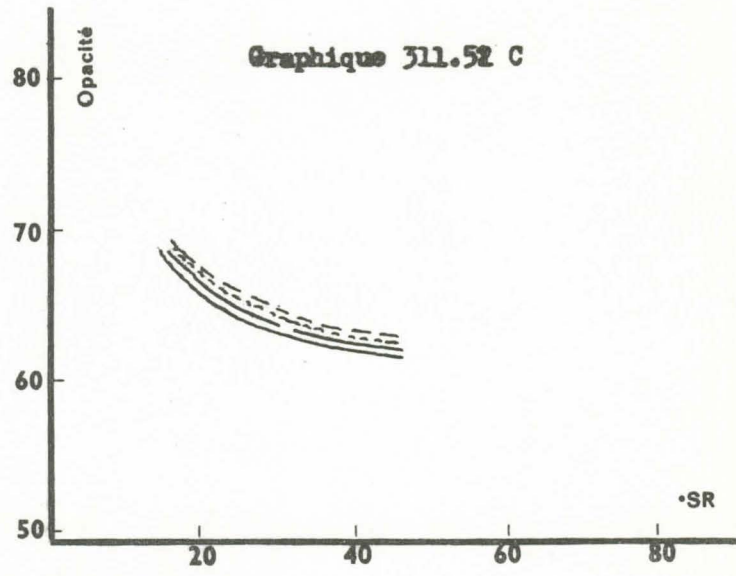
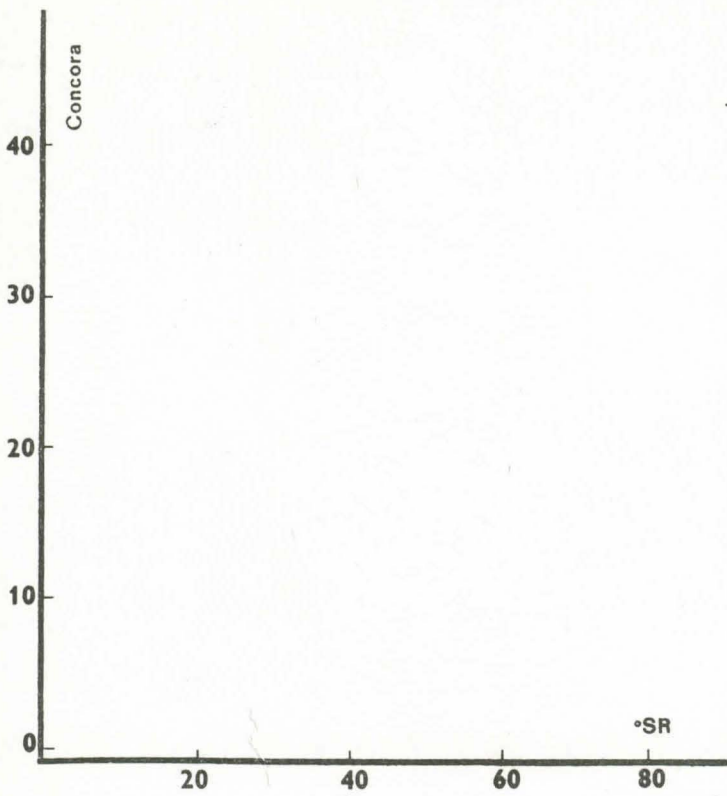


Graphique 311.52 B



	NaOH	S	Durée à 170°
—	18	1,8	1h30
— — —	22	2,2	"
- - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30





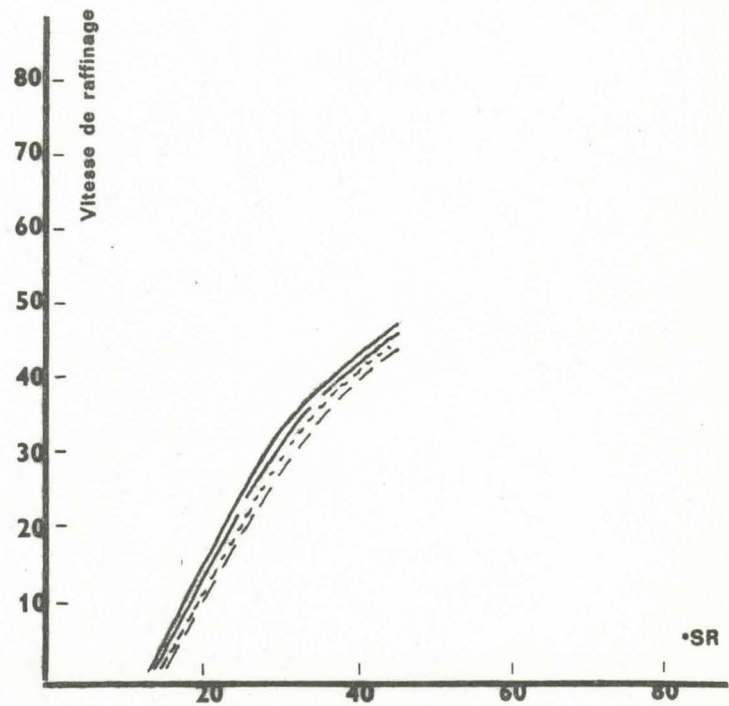
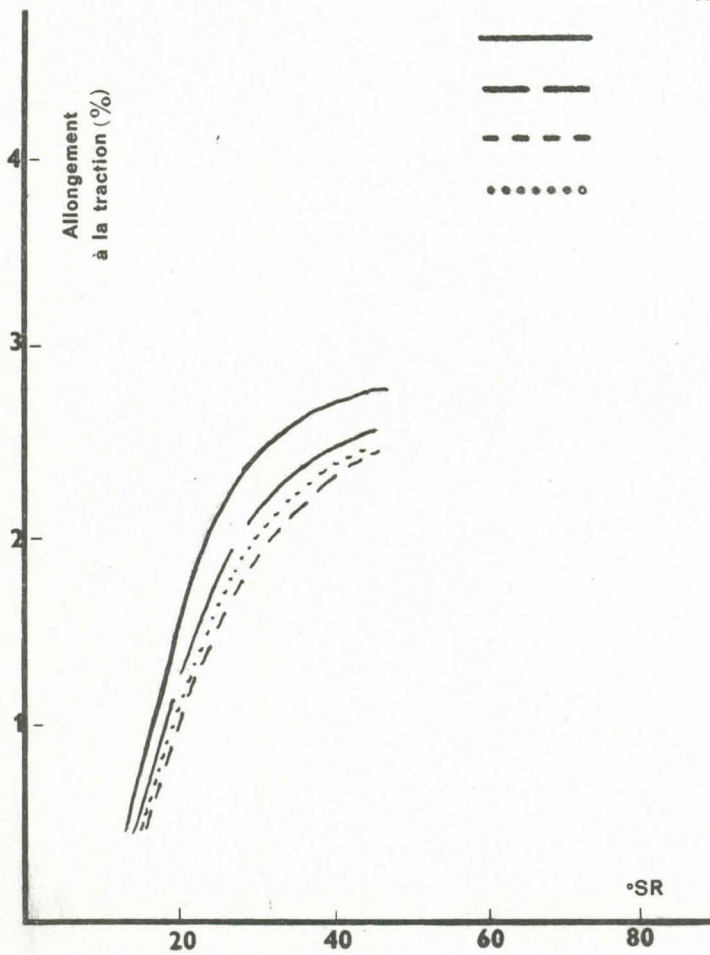
Graphique 311.52 C

Bois du Cameroun

Hypothèse I - Mélange difficile

Pâtes blanchies en 5 phases - Raffinage Jokro

NaOH	S	Durée à 170°
18	1,8	1h30
22	2,2	"
26	2,6	"
22	2,2	2h30



Bois du Cameroun

Hypothèse I

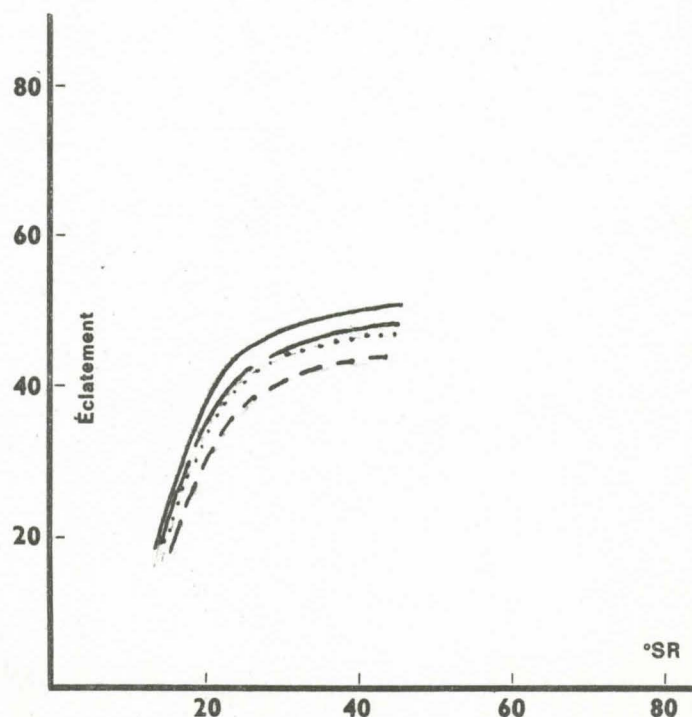
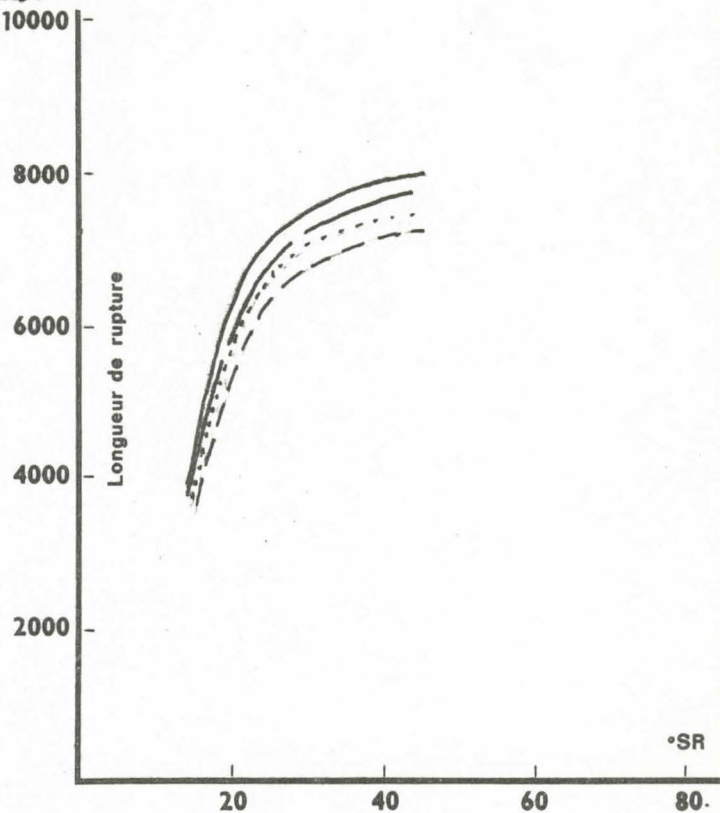
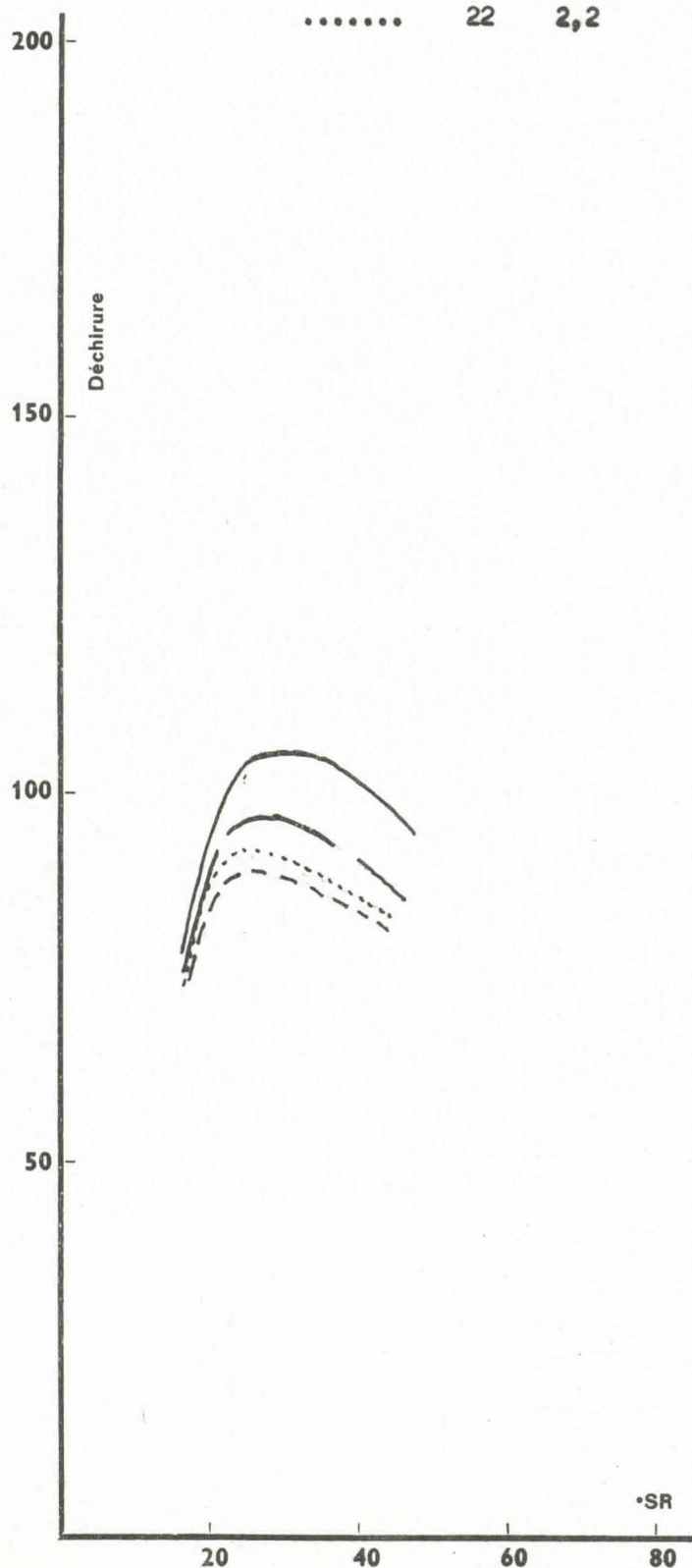
Mélange facile

- 50 -

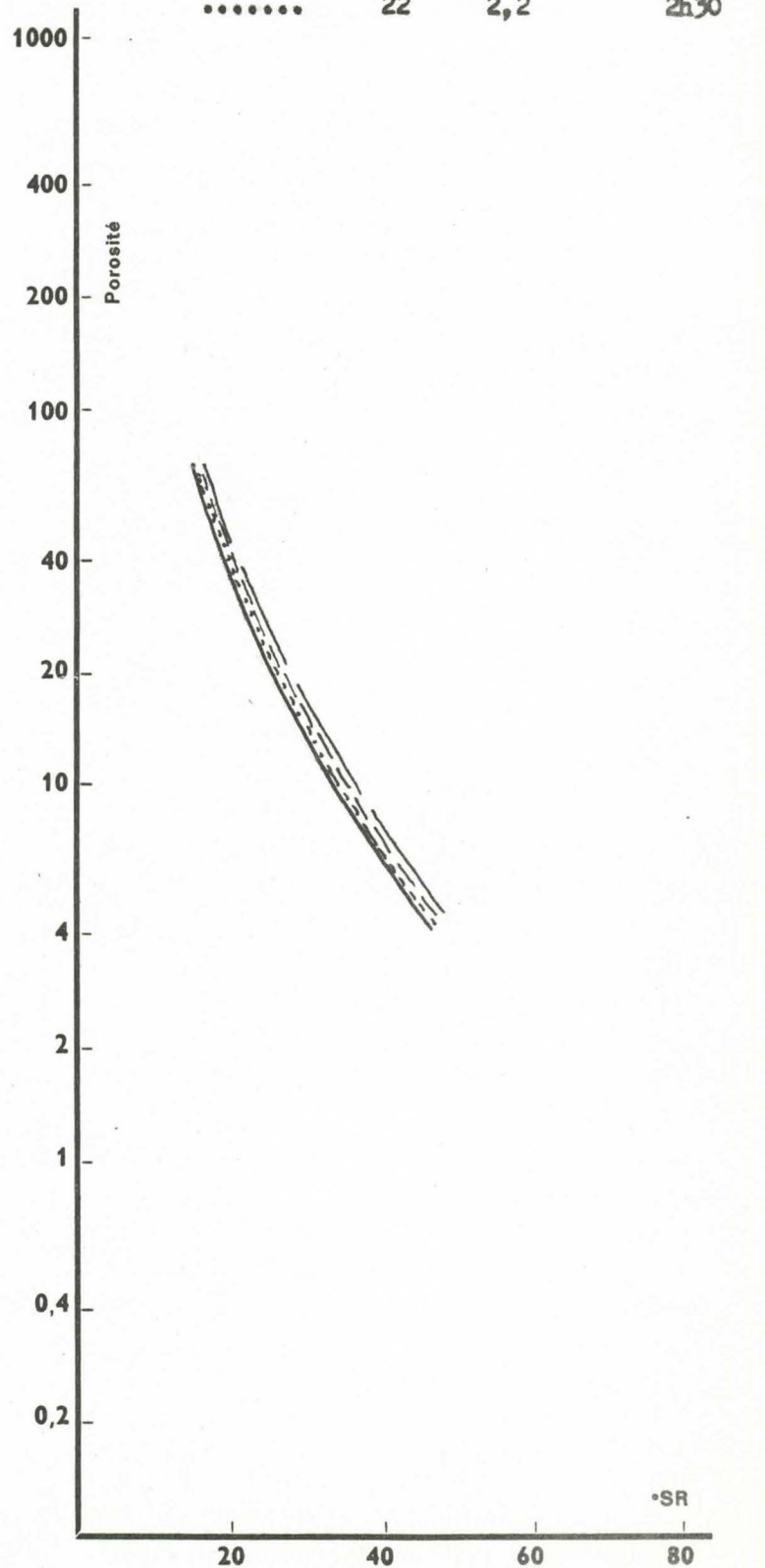
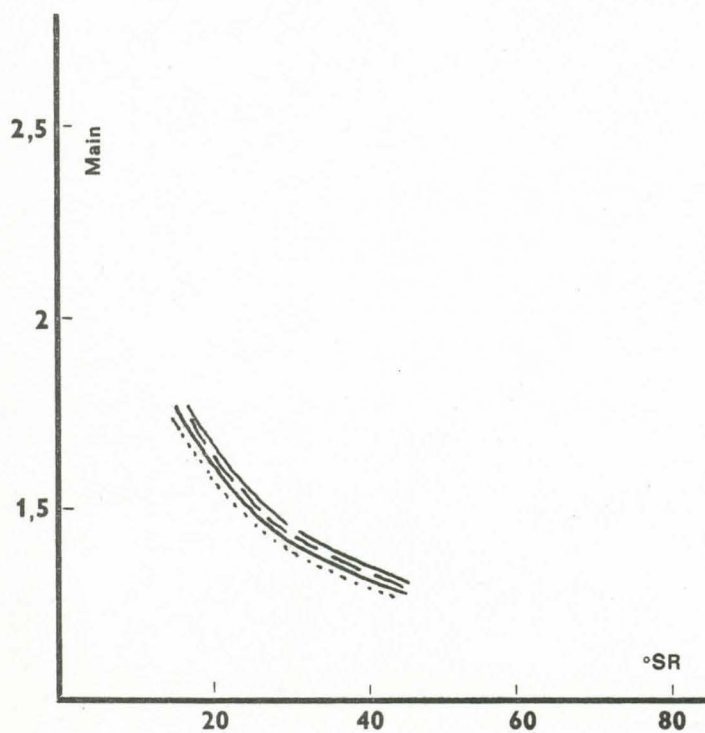
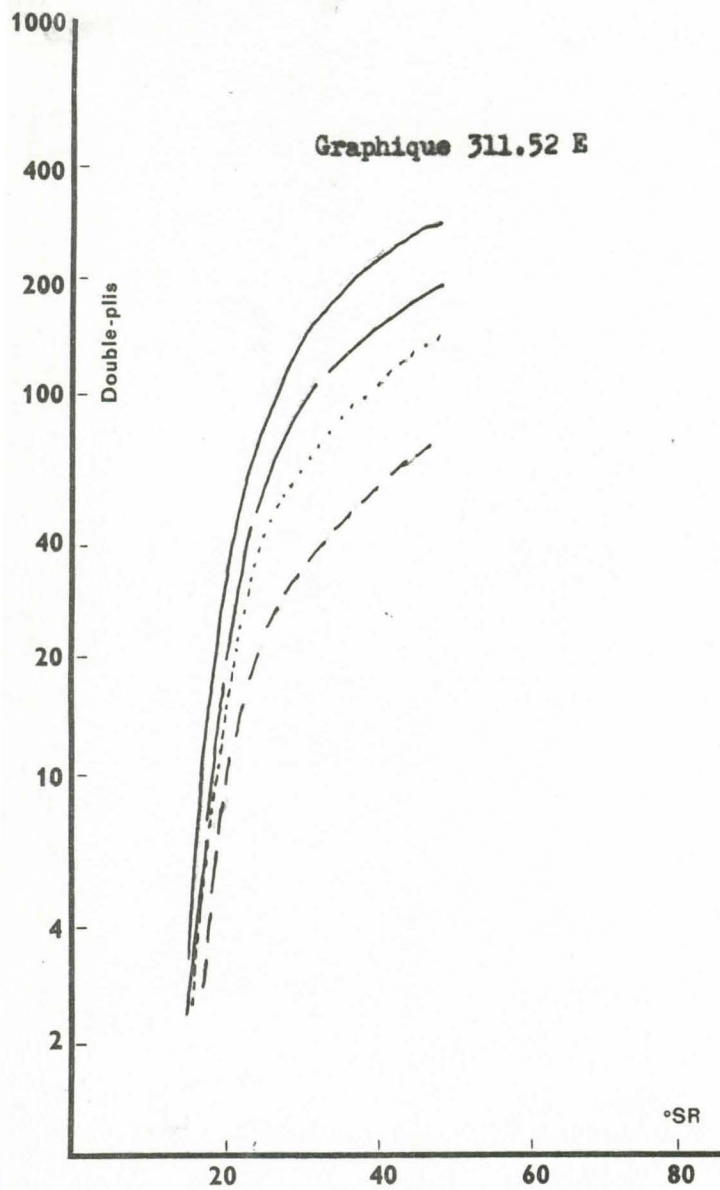
Pâtes blanchies en 5 phases - Raffinage Jekre

	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
———	22	2,2	"
- - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30

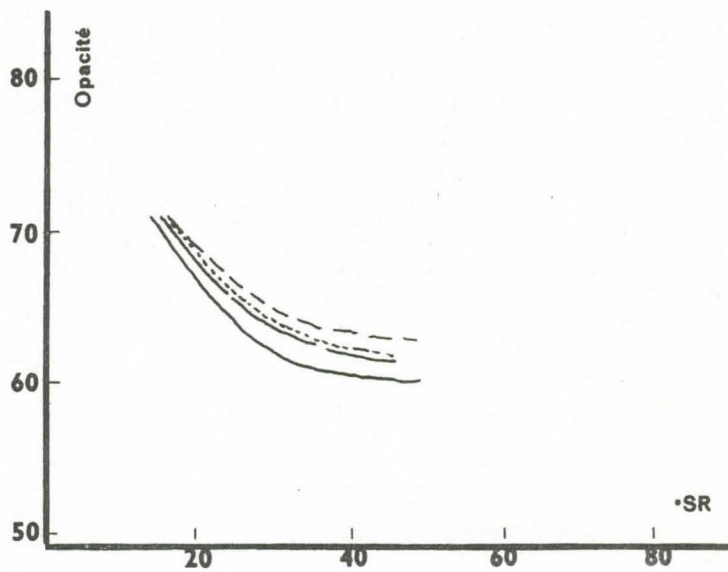
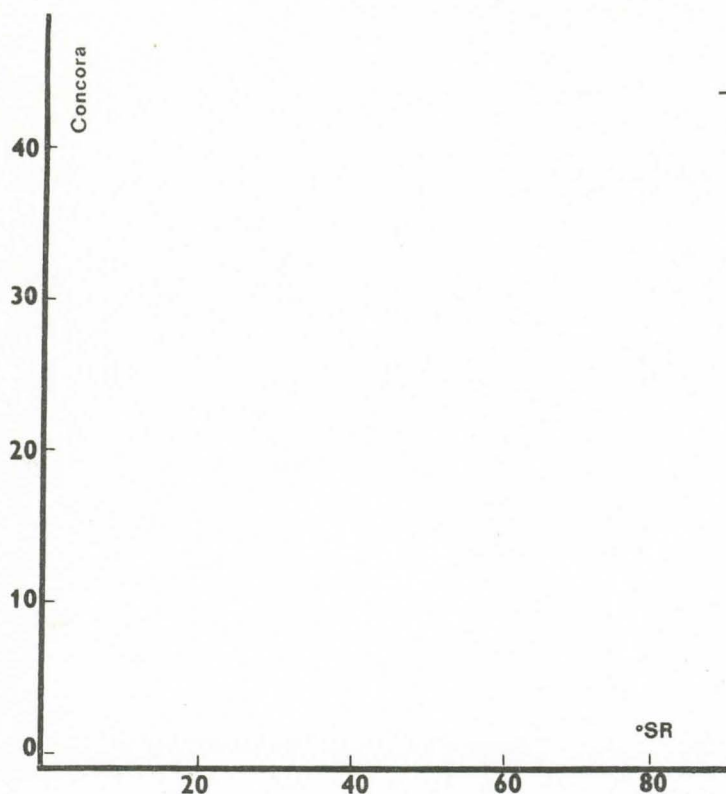
Graphique 311.52 D



Graphique 311.52 E



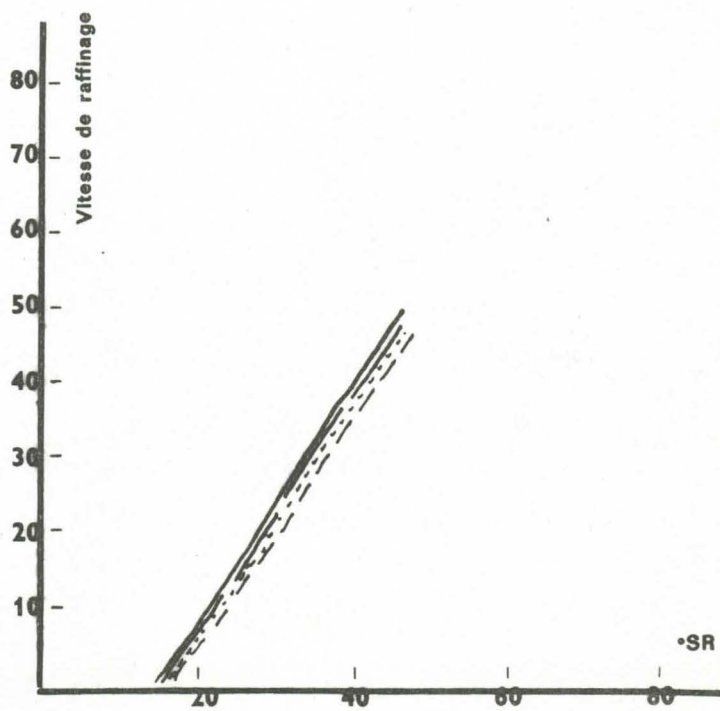
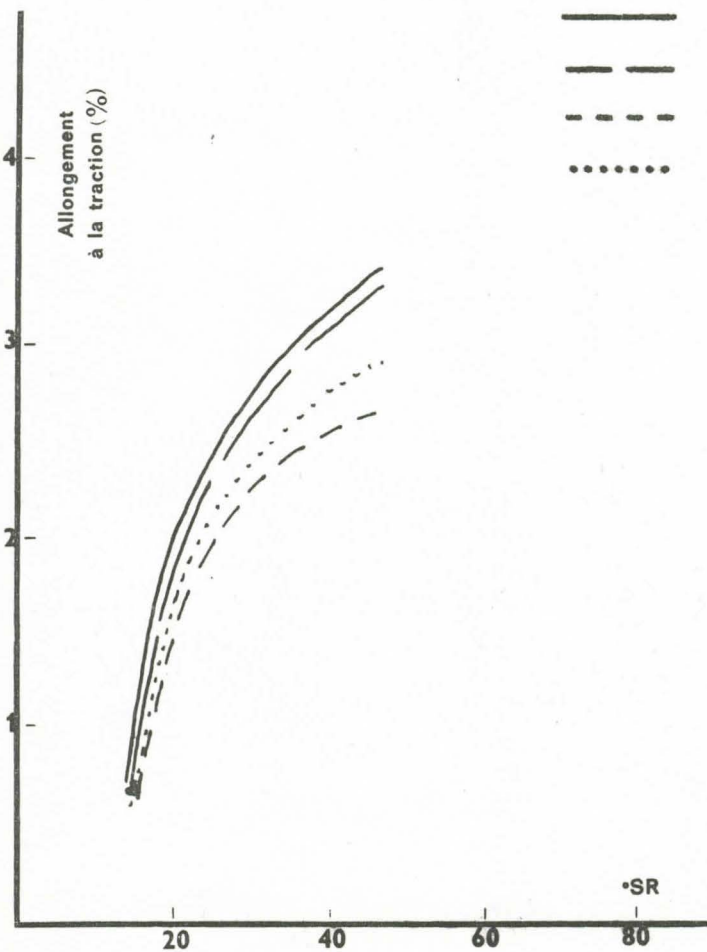
Graphique 311.52 F



Bois du Cameroun

Hypothèse I - Mélange facile
Pâtes blanchies en 5 phases - Raffinage Jokro

	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30



311.54 Comparaison entre raffinage au Jokro et au Bauer

Parallèlement au raffinage au Bauer, les pâtes ont été raffinées au Jokro, d'une part à titre de confirmation, d'autre part afin de permettre des recoupements avec diverses pâtes de référence raffinées avec cet appareil.

D'une façon générale, les deux types de raffinage ont conduit à des résultats à peu près équivalents pour le mélange difficile, mais à des résultats légèrement différents pour le mélange facile. Toutefois, quel que soit le raffineur, la comparaison qualitative entre les pâtes des deux mélanges reste la même.

Voici à titre d'exemple les résultats moyens obtenus pour les pâtes écruës à 40 °SR après raffinage avec chacun des deux appareils.

Raffineur	Longueur : rupture	Eclatement :	Déchirure :	Plis :	Allonge- ment %	Porosité :	Main :
<u>Mél. difficile</u>							
Jokro	5000 à 5600	25 à 29	108 à 111	10 à 20	1,2 à 1,7	30 à 40	1,70
Bauer	5200 à 6200	26 à 32	109 à 119	20 à 30	1,6 à 2,0	15 à 25	1,80
<u>Mél. facile</u>							
Jokro	7800 à 8800	47 à 57	88 à 95	150 à 350	2,7 à 3,9	8	1,35
Bauer	7200 à 8000	38 à 45	90 à 102	40 à 150	2 à 2,4	4	1,45

311.55 Comparaison entre pâtes blanchies en quatre phases et en cinq phases

L'analyse des résultats montre que les caractéristiques des pâtes blanchies à l'hypochlorite ou au bioxyde de chlore sont voisines, mais dans le dernier cas, les pâtes sont bien entendu beaucoup plus blanches. A blanché égale, ce sont les pâtes au bioxyde de chlore qui offriraient les meilleures caractéristiques.

311.6 Conclusion au sujet de la recherche d'un mode opératoire pour la cuisson des bois camerounais dans le cas de l'hypothèse I

Une cuisson avec 22 % de soude et 2,2 % de soufre avec un palier de 2h30 à 170° peut être retenue pour le traitement des bois camerounais. Cette cuisson est susceptible de s'appliquer à n'importe quel mélange de bois sans que l'on ait à craindre une trop grande quantité d'incuits. Le blanchiment de la pâte sera toujours possible.

Les caractéristiques des pâtes pourront toutefois varier selon la composition des mélanges. C'est ce qui sera étudié au paragraphe suivant.

312 Traitement du mélange représentatif et de quelques mélanges spécifiques dans l'hypothèse I

On a appliqué aux mélanges suivants le mode opératoire défini précédemment pour la cuisson du bois :

- Mélange "représentatif" : c'est le mélange représentatif de l'ensemble des bois de la forêt dans l'hypothèse d'une exploitation "tout venant". Il se compose des 40 principales essences rencontrées en forêt, chaque essence entrant dans le mélange proportionnellement au tonnage de bois recensé pour cette essence. Les essences constituant ce mélange représentent 58 % du volume total de bois disponible. On peut admettre que ce pourcentage est suffisamment élevé pour que le mélange constitué puisse effectivement être considéré, au point de vue pratique, comme représentatif de toute la forêt.

Le tableau n° 312 donne la composition exacte de ce mélange.

Notons que la densité moyenne des bois pour ce mélange est de 0,71.

Les caractéristiques moyennes des fibres de ce mélange sont les suivantes :

Longueur des fibres (L)	:	1709 Mu	±	376
Largeur des fibres (l)	:	21,6 "	±	4
Largeur des cavités (c)	:	11,3 "	±	6
Épaisseur des parois (2p)	:	10,8 "	±	3
Coefficient de souplesse (C/l %)	:	48	±	19
Pouvoir feutrant (L/l)	:	79		

Le mélange "représentatif" de l'ensemble des bois correspond au mélange le plus important dans le cadre de l'hypothèse n° I puisque dans le cas d'une exploitation industrielle à des fins papetières, c'est un mélange toujours très voisin de celui-ci qui sera dirigé vers les ateliers de cuissons.

D'un point de vue théorique, il est toutefois intéressant d'étudier également d'autres mélanges bien que la probabilité de traiter des mélanges de ce type en usine soit pratiquement nulle. Ces mélanges spécifiques sont les suivants :

- Mélange à longueur de rupture élevée : il se compose des dix meilleures essences classées selon la résistance à la traction des papiers.

- Mélange à longueur de rupture faible : il se compose des dix plus mauvaises essences classées selon le même critère que précédemment.

TABLEAU N° 312

Hypothèse 1

Composition du mélange "tout venant"
constitué avec les 40 principales essences

N° d'ordre	Essence	Référence	Volume (m ³)	Densité	Tonnage T	% pondéral
1	Oman	287	1.283.600	0,92	1.180.912	8,16
2	Eteng	167	1.419.500	0,35	496.825	3,44
3	Ewome	179	1.283.150	0,93	1.193.329	8,25
4	Mbangbazoa	195	1.107.750	0,80	886.200	6,13
5	Bongossi	093	889.050	0,99	880.159	6,09
6	Andok	050	891.150	0,90	802.035	5,55
7	Nom Okekela	261	916.300	0,72	659.736	4,56
8	Elon (Tali)	-	752.150	0,80	601.720	4,16
9	Osang Mevini	367	825.050	0,91	750.795	5,19
10	Akurna	168	672.650	0,43	289.239	1,99
11	Ekuk (Emien)	-	594.100	0,40	237.640	1,65
12	Akom	035	535.900	0,35	187.565	1,29
13	Edipmbazoa	109	567.550	0,71	402.960	2,79
14	Ekop Nganga	130	490.600	0,87	426.822	2,95
15	Bidu	090	428.950	0,85	364.607	2,52
16	Akendeng	031	487.300	0,56	272.888	1,89
17	Ngobisolbo	224	420.150	0,62	260.493	1,81
18	Ngon (Eveuss)	-	346.000	0,99	346.000	2,39
19	Etambaye	166	396.850	0,79	313.511	2,17
20	Elem	145	407.350	0,95	386.982	2,67
21	Osang	290	390.550	0,82	320.251	2,21
22	Evula	175	387.200	0,53	205.216	1,41
23	Alen	-	392.850	(Palmier - non retenu)		
24	Elemevini	147	374.600	1,05	393.330	2,71
25	Olombang	283	370.800	0,76	281.808	1,94
26	Mfo	214	353.600	0,54	190.944	1,31
27	Nom Elem	356	359.100	0,62	222.642	1,53
28	Nom Eteng	254	322.400	0,38	122.512	0,84
29	Ekang	327	311.000	0,91	283.010	1,95
30	Ekop C	136	302.050	0,57	172.168	1,18
31	Mbonda	201	313.800	0,74	232.212	1,60
32	Abem Edea	-	239.700	0,70	167.790	1,15
33	Akela	030	257.550	0,67	172.558	1,19
34	Esombi	164	243.750	0,41	99.937	0,69
35	Mbanga (Doussie)	-	217.900	0,80	174.320	1,20
36	Mbel (Padouk)	-	212.300	0,60	127.380	0,88
37	Atui	076	207.200	0,38	78.736	0,54
38	Aseng	066	234.200	0,15	35.115	0,24
39	Elolom	149	221.350	0,51	112.888	0,78
40	Nom Miamingomo	257	227.950	0,64	145.888	1,00
			20.262.000		14.479.123	100,00

Densité moyenne pondérée : 0,71

- Mélange à déchirure élevée : il se compose des dix meilleures essences classées selon la résistance à la déchirure des papiers.

- Mélange à déchirure faible : il se compose des dix plus mauvaises essences classées selon le même critère que précédemment.

La composition exacte de ces mélanges spécifiques a déjà été donnée au tableau n° 311

312.1 Cuisson des bois

Les résultats suivants ont été obtenus :

Mélanges (Hypothèse I)	Rendement en pâte brute	Rendement en pâte classée	Indice MnO ⁴ K	NaOH restant dans L. N. g/l.	D. P.	Photovolt pâte écrue
"Représentatif"	44,9	43	23,2	6,0	850	17,5
Long. rupture élevée	47,9	47,7	18,9	6,4	940	22,5
Long. rupture faible	45,8	43,4	29,9	6,8	790	15
Déchirure élevée	44,1	43,3	22	4,6	910	17,5
Déchirure faible	48,5	44,4	24,2	7,4	840	19,5

On remarque que le rendement en pâte pour le mélange représentatif est relativement faible. Les bons bois feuillus ont un rendement plus proche de 50 %. L'indice de délignification est moyen (la même cuisson au stade industriel conduirait probablement à un indice de l'ordre de 18 - 19). La pâte écrue est de teinte relativement foncée.

Des remarques semblables peuvent être faites pour les mélanges spécifiques à l'exception du mélange à longueur de rupture élevée qui donne des résultats plus favorables.

312.2 Blanchiment des pâtes

Les pâtes ont été blanchies soit en 4 phases dont deux d'hypochlorite, soit en 5 phases dont deux de bioxyde de chlore. Les modes opératoires sont les mêmes qu'en 311.4. Les résultats suivants ont été obtenus :

312.21 Blanchiment en 4 phases

Mélanges	Cl	NaOH	Photovolt	Stabilité	Indice de	D. P.	Rendement en
(Hypothèse I)	total	total		%	cuivre		pâte blanchie
	(1)%	%					classée/bois sec
Représentatif	7,7	2,4	76	84	0,6	660	40,0
Long. rupture élevée	6,9	2,2	78	85	0,5	650	44,4
Long. rupture faible	11,6	2,9	75	82	0,6	590	40,5
Déchirure élevée	6,8	2,1	76	84	0,6	660	40,3
Déchirure faible	8,6	2,5	78	85	0,5	650	40,5

(1) : Cl + ClO₂Na en chlore actif

312.22 Blanchiment en 5 phases

Mélanges	Cl	ClO ₂	NaOH	H ₂ O ₂	Photovolt	Stabilité	Indice	D. P.
(Hypothèse I)	total	total	total	total		%	cuivre	
	(1)%	%	%	%				
Représentatif	5,9	2,0	2,5	1,0	90	86	0,3	810
Long. rupture élevée	4,4	2,2	2,6	1,0	90	89	0,3	760
Long. rupture faible	7,9	2,4	2,9	1,1	90	85	0,4	710
Déchirure élevée	4,7	2,1	2,7	1,0	90	89	0,3	850
Déchirure faible	5,5	2,2	2,6	1,0	90	88	0,3	750

(1) à la chloration

(Rendements en pâte équivalents à ceux du blanchiment en 4 phases)

312.23 Analyse des résultats de blanchiment

Les résultats précédents confirment qu'il est indispensable de retenir un blanchiment en cinq phases avec bioxyde de chlore pour obtenir un niveau de blancheur satisfaisant.

Les variations relatives aux consommations en agents blanchissants sont moins importantes que dans la cas des mélanges difficiles et faciles étudiées au paragraphe 311. Ces variations sont même de peu d'importance si on excepte le mélange à longueur de rupture faible.

312.3 Caractéristiques des papiers

Les pâtes écruës et blanchies ont été raffinées au Jokro et au Bauer, tirées en formettes de papier de 60 g/m² et analysées. Les résultats suivants ont été obtenus.

312.31 Pâtes écruës - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 312.31 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR

Mélanges (Hypothèse I)	Longueur: rupture	Eclatement	Déchirure	Plis T = 1 kg.	Allonge- ment %	Porosité	Main	Durée de raffi- nage (min.)
Représentatif	6300	40	115	40	2,2	20	1,55	32
Long. rupture élevée	9100	63	88	500	3,3	1,5	1,30	20
Long. rupture faible	5500	29	105	15	1,6	25	1,65	25
Déchirure élevée	6700	41	135	50	2,6	35	1,60	35
Déchirure faible	6200	35	82	25	2,0	8	1,50	15

312.32 Pâtes blanchies en 5 stades - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 312.32 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR.

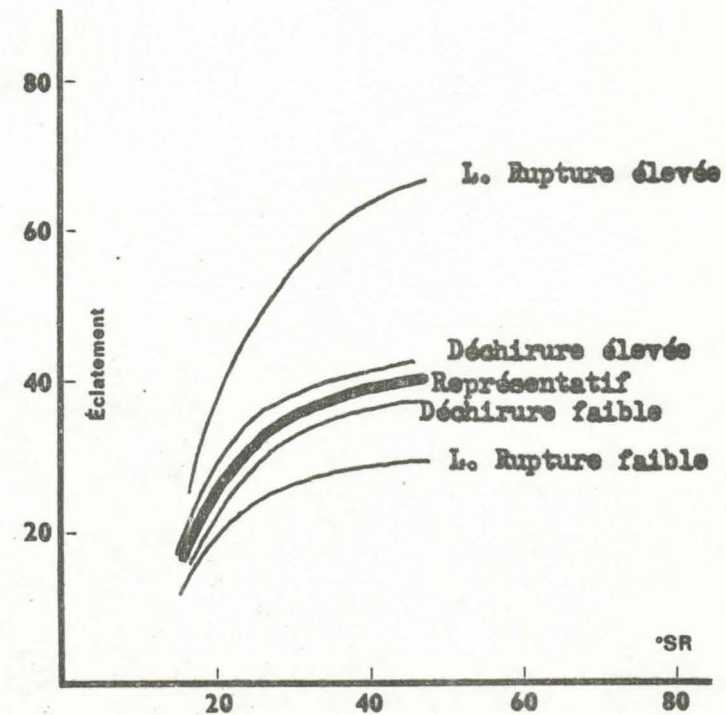
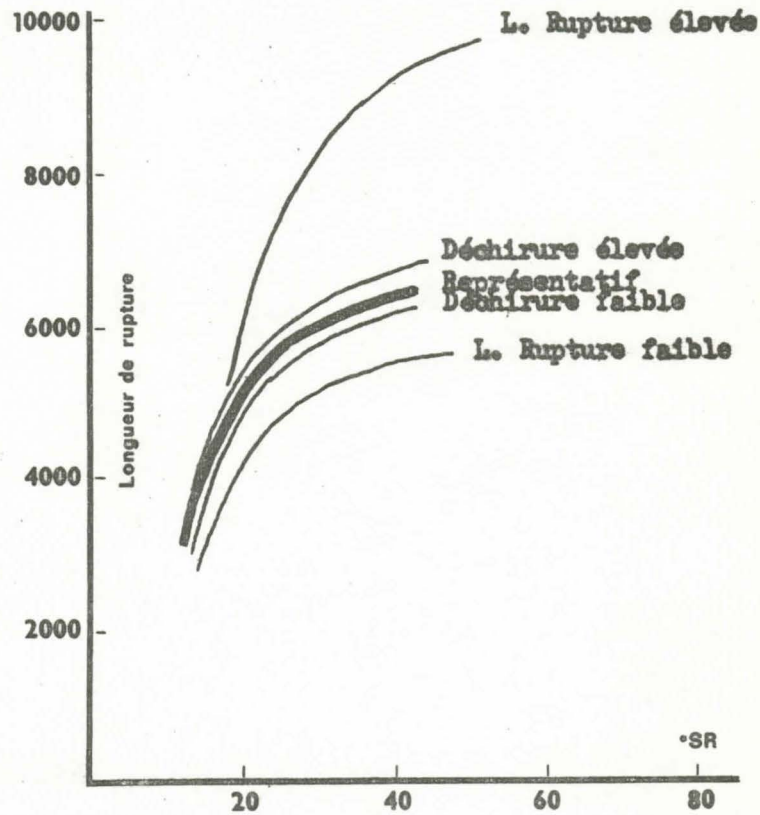
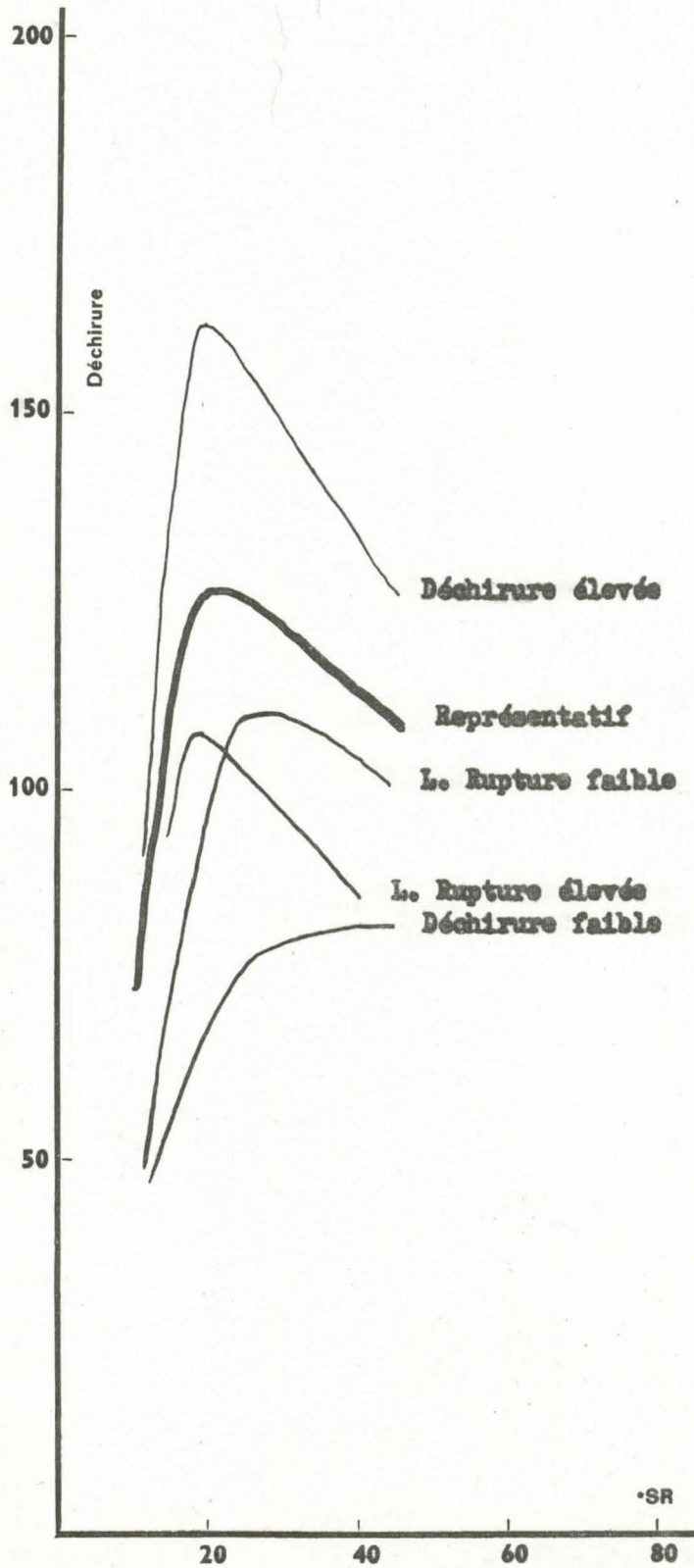
Mélanges (Hypothèse I)	Longueur: rupture	Eclate- ment	Déchi- rure	Plis T = 1 kg.	Allonge- ment %	Porosité	Main	Opaci- té	Durée de raffi- nage (min.)
Représentatif	7100	42	110	50	2,3	12	1,45	63	40
Long. rupture élevée	9000	57	82	500	3,7	1,5	1,30	64	25
Long. rupture faible	6300	32	104	25	2,2	12	1,55	61	30
Déchirure élevée	7300	44	129	60	2,6	18	1,50	61	48
Déchirure faible	6700	40	76	40	2,2	5	1,45	64	22

Hypothèse I

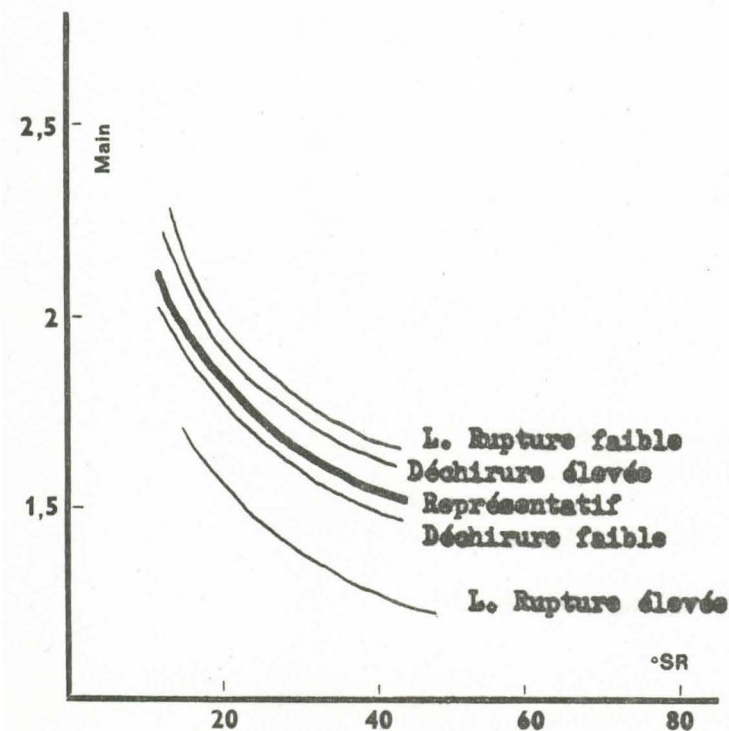
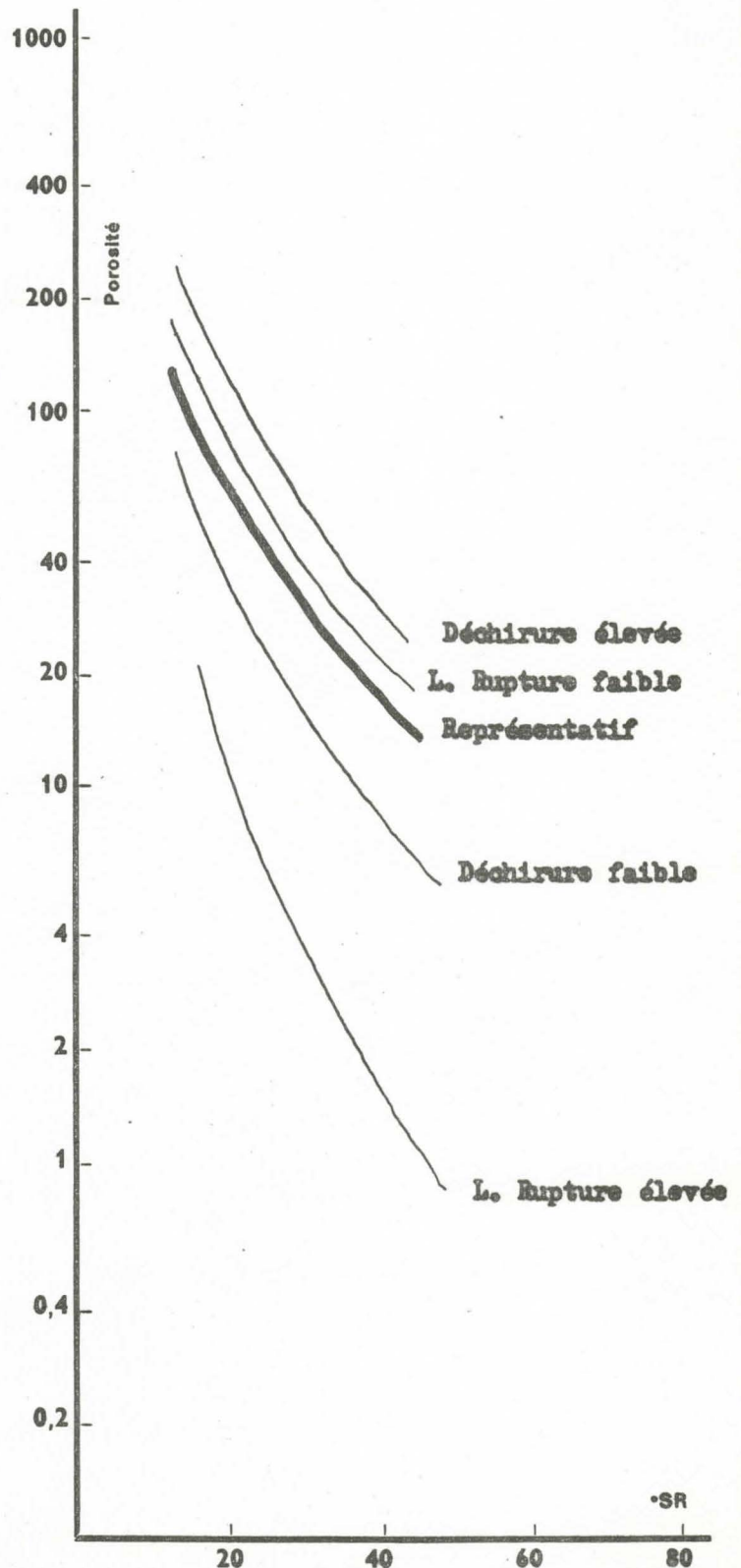
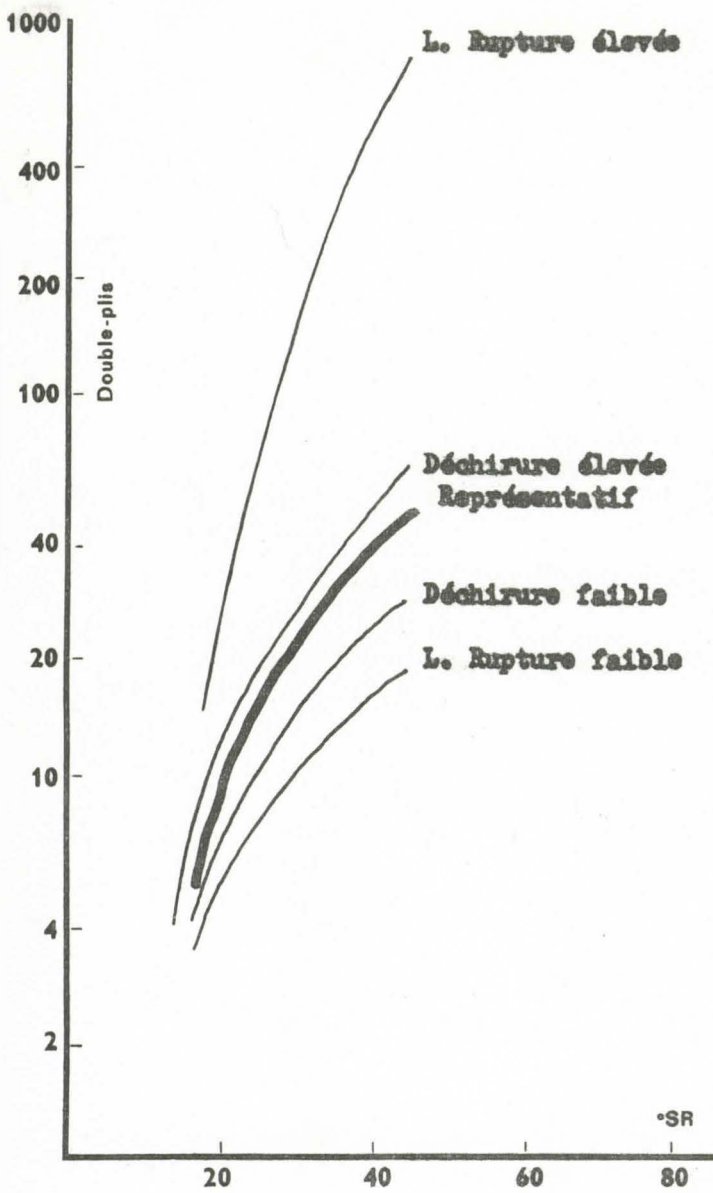
Mélange représentatif et mélanges spécifiques

Pâtes écorées - Raffinage Jekre

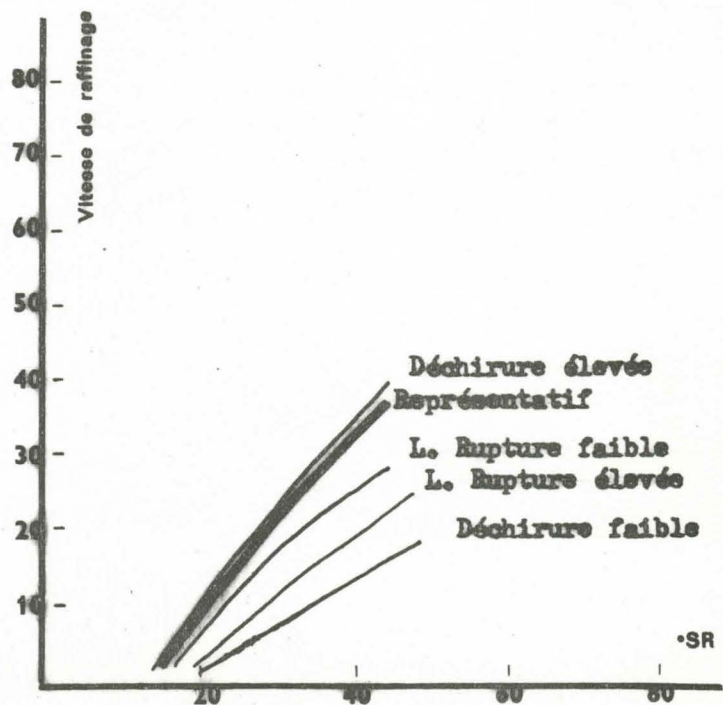
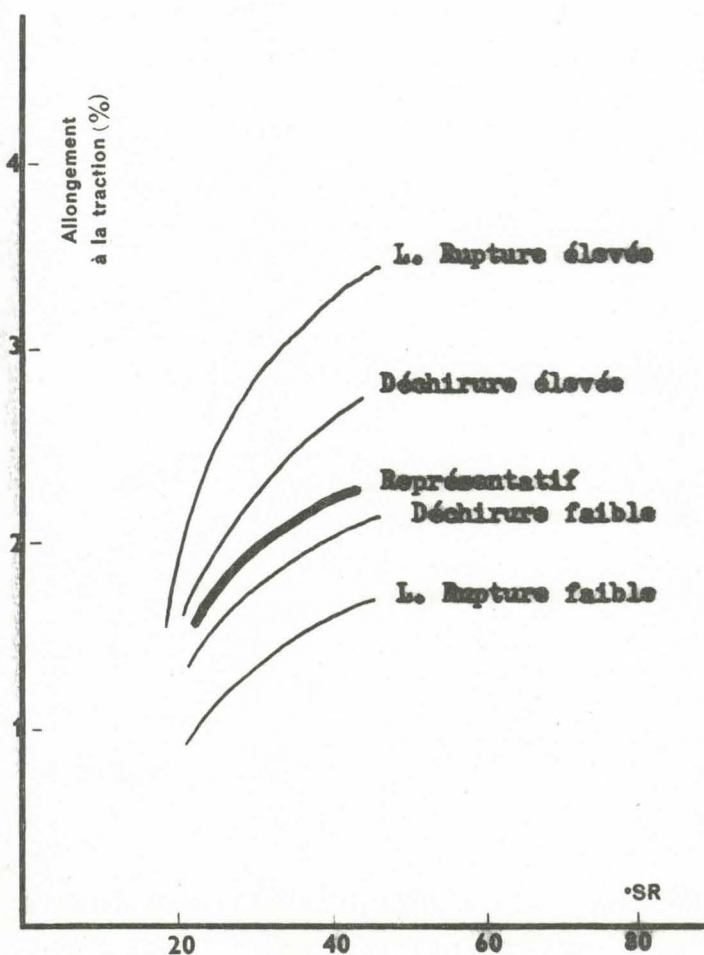
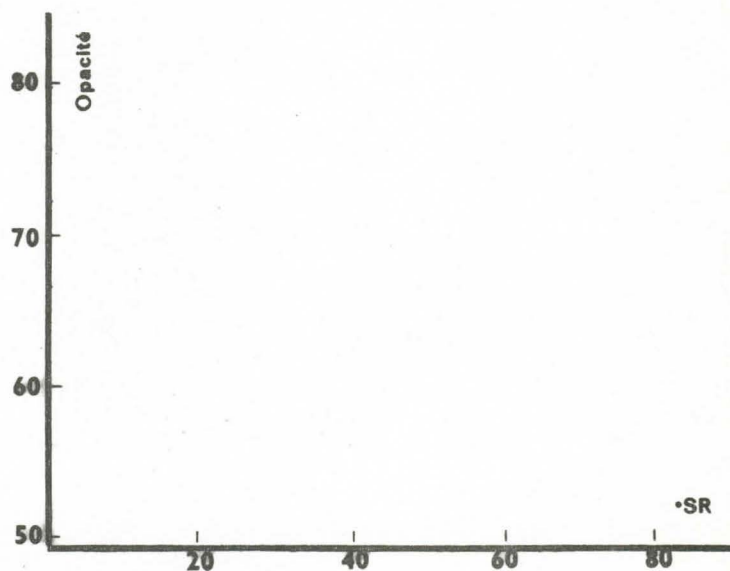
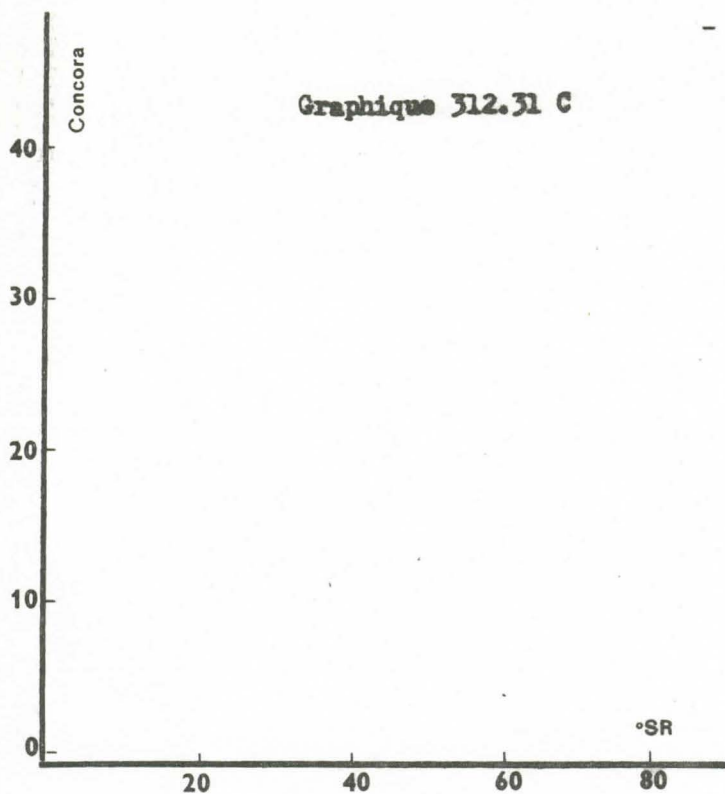
Graphique 312.31 A



Graphique 312.31 B



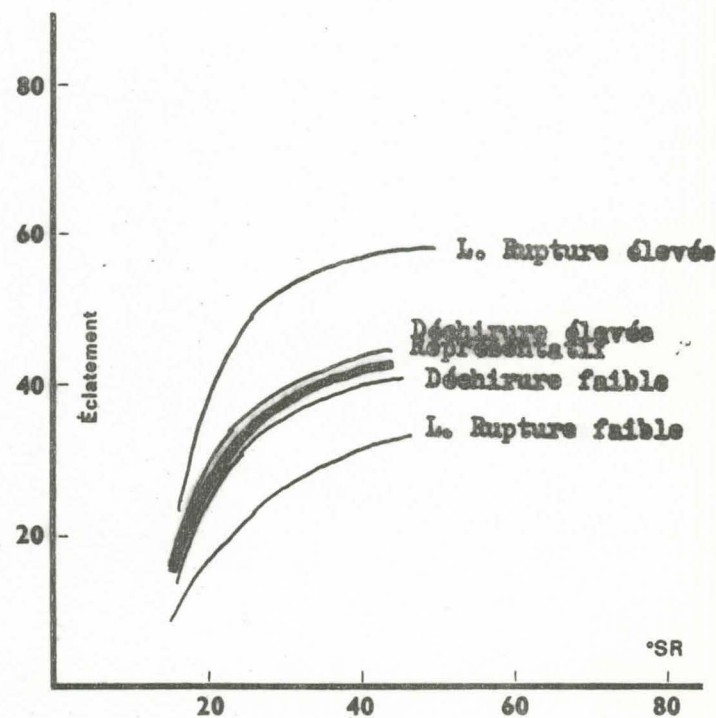
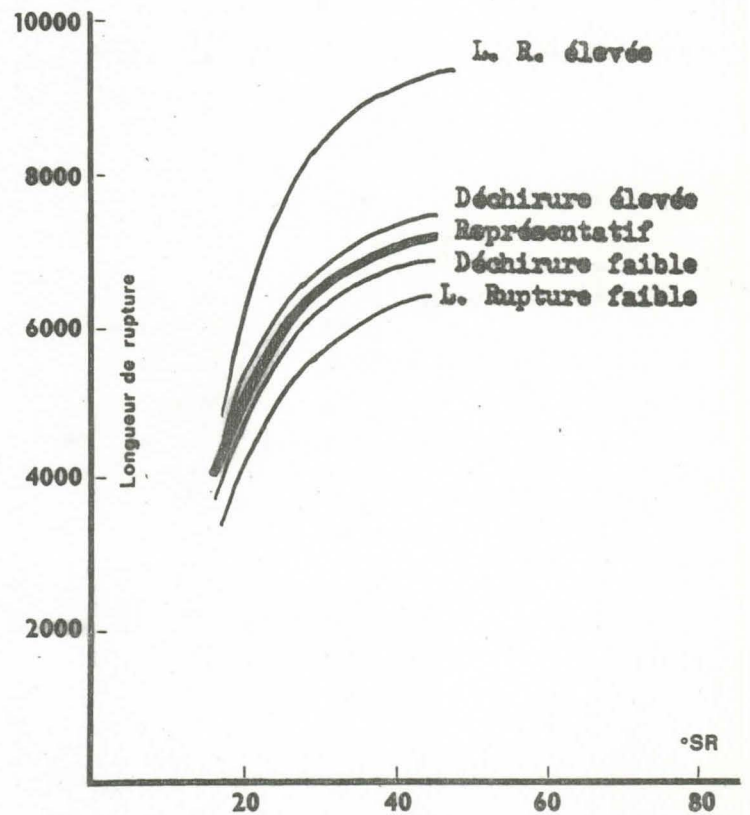
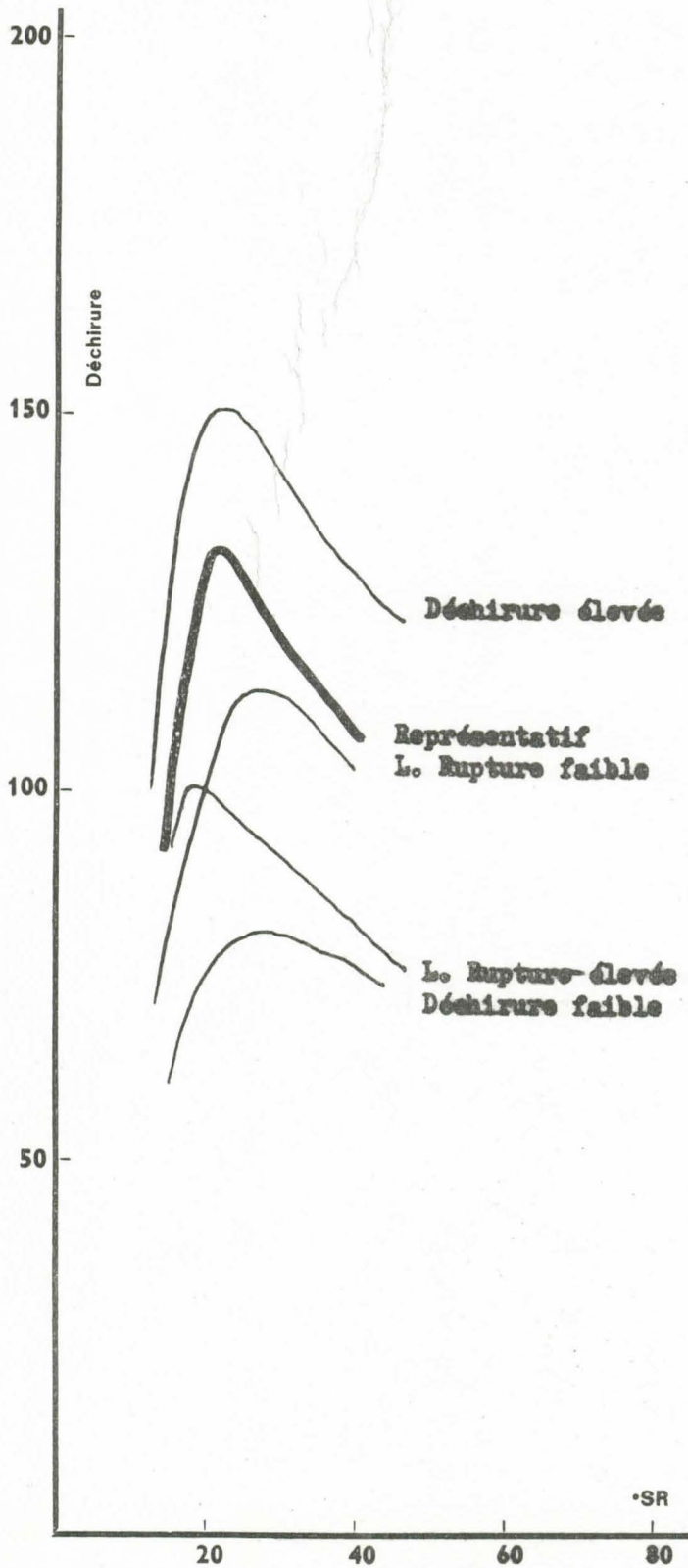
Graphique 312.31 C



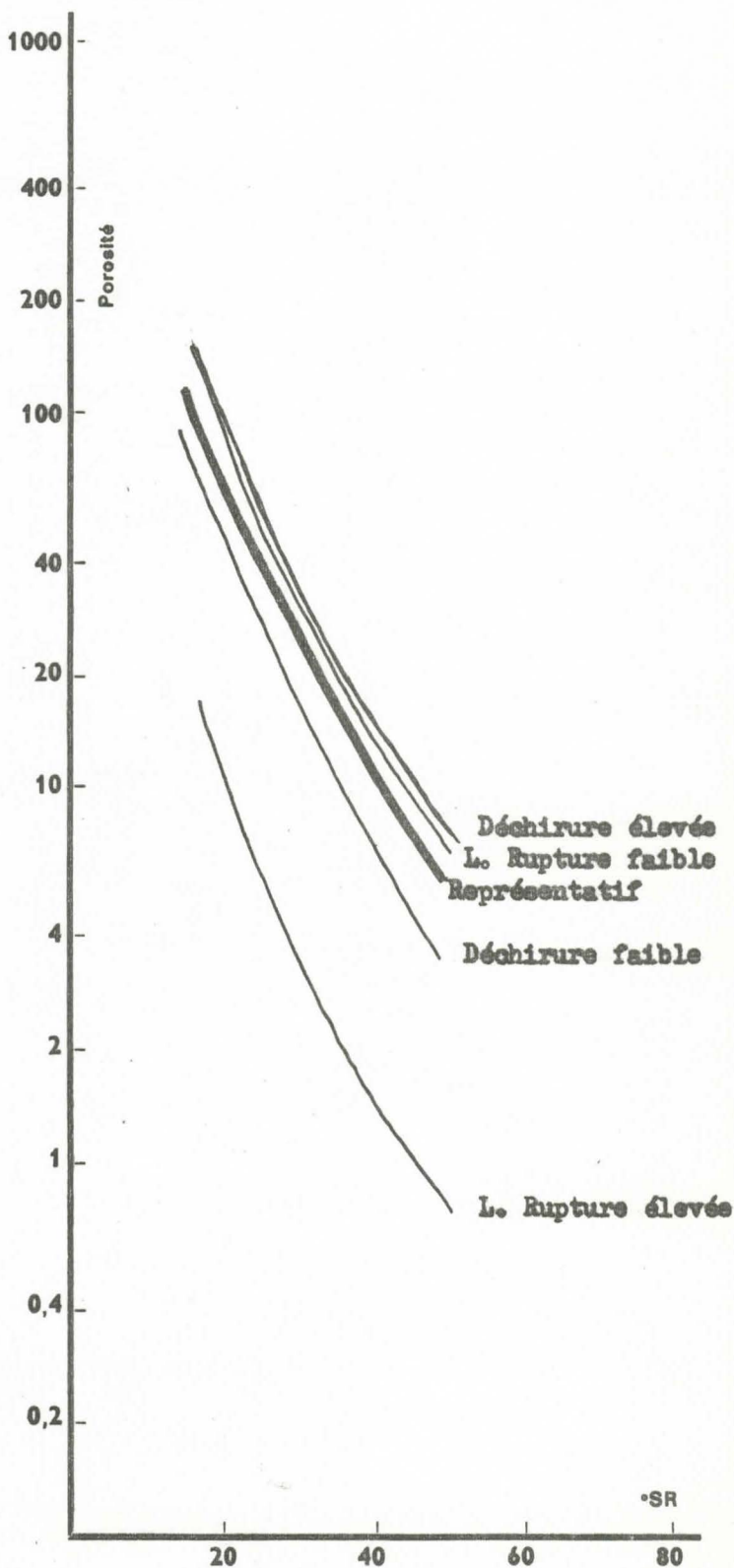
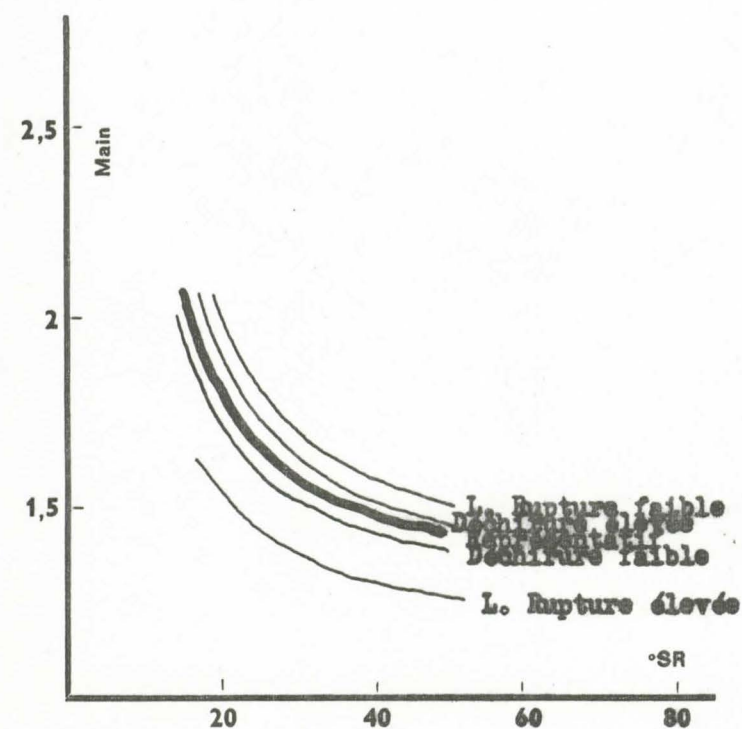
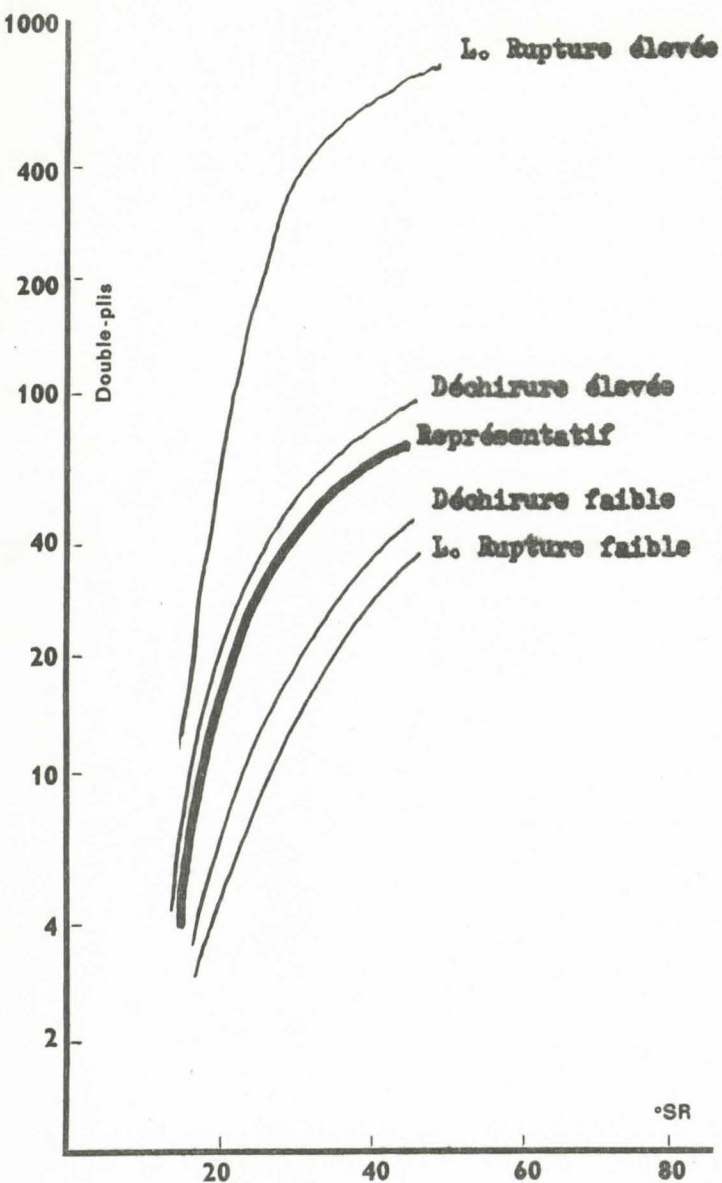
Mélange représentatif et mélanges spécifiques

Pâtes blanchies 410² - Raffinage Jekro

Graphique 312.32 A



Graphique J12.32 B

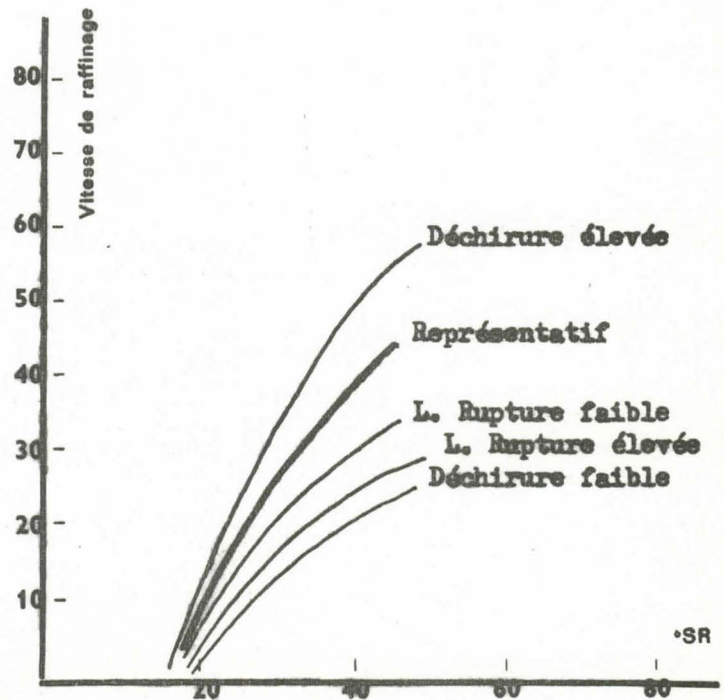
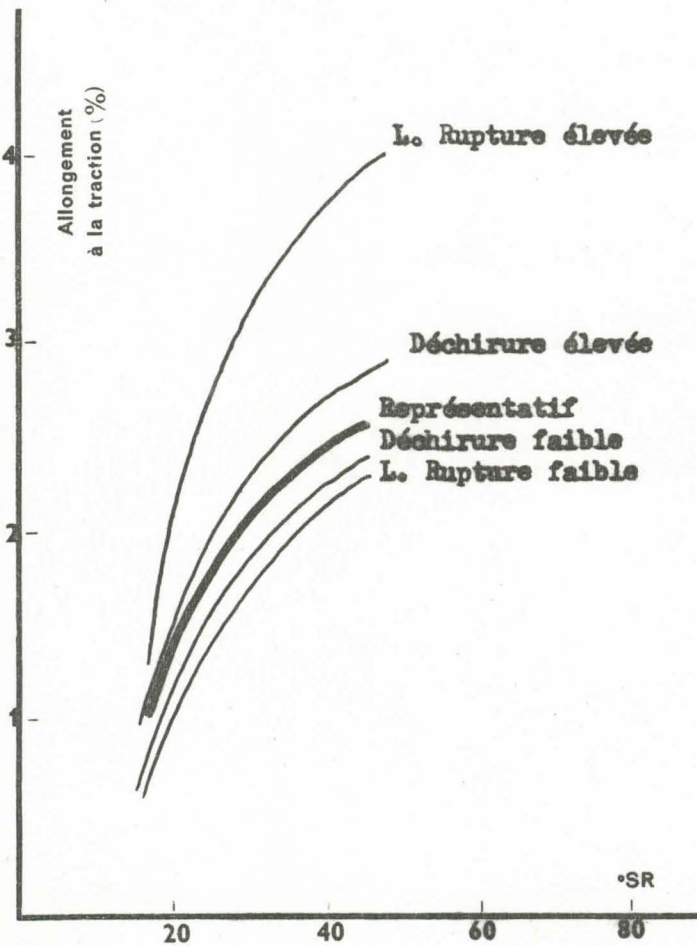
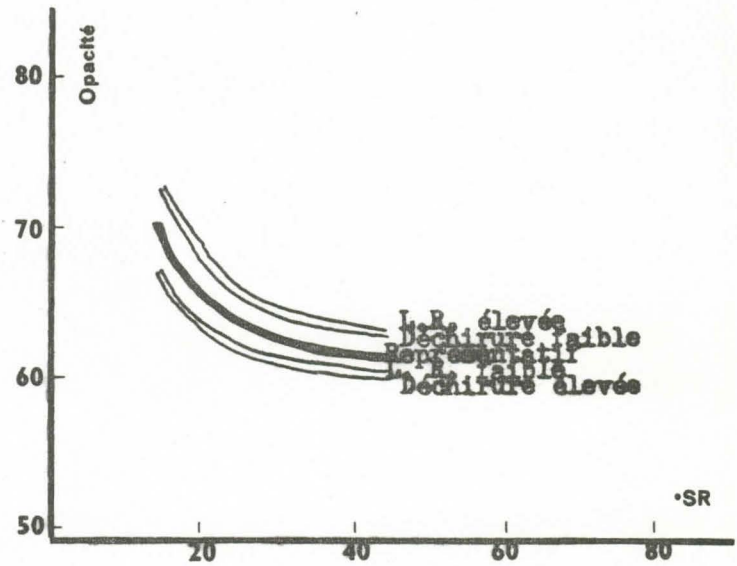
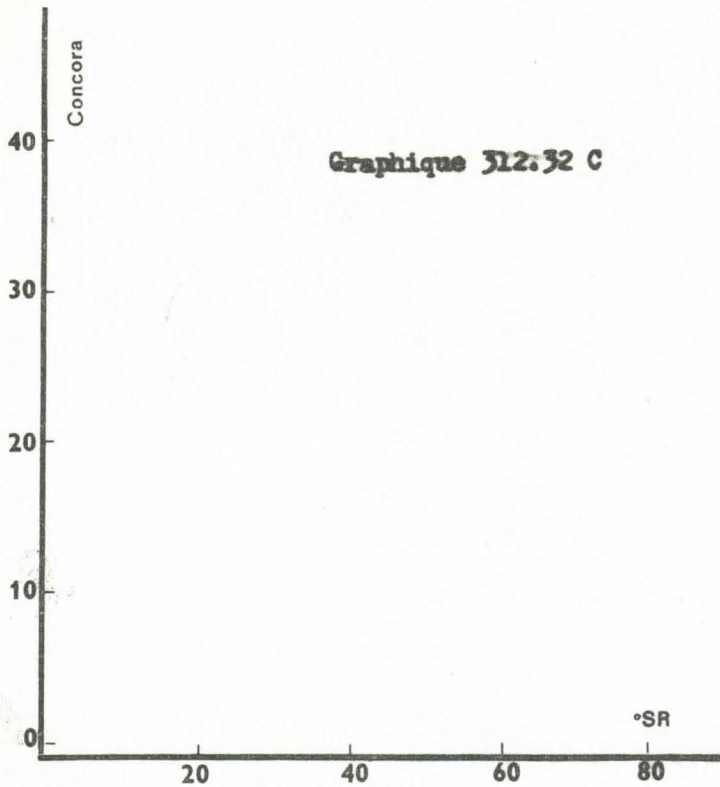


Hypothèse I

Mélange représentatif et mélanges spécifiques

Pâtes blanchies $C10^2$ - Raffinage Jokro

Graphique 312:32 C



312.33 Analyse des résultats relatifs aux caractéristiques des pâtes

Les mélanges spécifiques ont donné des résultats conformes aux prévisions, c'est-à-dire que le mélange à longueur de rupture élevée a effectivement donné la plus grande longueur de rupture, le mélange à déchirure faible la plus faible déchirure, etc...

Une fois de plus, on observe dans de nombreux cas des caractéristiques de résistances mécaniques supérieures pour les papiers blanchis à ClO_2 , particulièrement lorsque le mélange correspond à des fibres longues à parois épaisses qui donnent plus de résistance à la déchirure et moins de résistance à la traction (mélange "représentatif", déchirure élevée, longueur de rupture faible).

Les caractéristiques du mélange "représentatif", sous forme blanchies sont satisfaisantes en ce qui concerne les résistances à la traction et à l'éclatement (caractéristiques supérieures à celles d'une pâte de Hêtre). La résistance à la déchirure est d'autre part excellente pour une pâte de feuillus. Enfin les papiers sont relativement bouffants. Les points les moins favorables à signaler concernent l'opacité qui n'est pas très élevée et le raffinage de la pâte qui est un peu long. On peut toutefois admettre que prises dans leur ensemble, les caractéristiques de cette pâte permettraient de la situer à un niveau très honorable dans la gamme des pâtes papetières obtenues à partir de bois feuillus européens.

En ce qui concerne les quatre autres mélanges, ils conduisent à des pâtes de qualités diverses.

On peut associer, dans une certaine mesure, les mélanges à déchirure élevée et à longueur de rupture faible, dont les caractéristiques ne sont pas trop dissemblables. Les remarques faites au sujet du mélange représentatif restent valable pour ces deux mélanges.

Le mélange à longueur de rupture élevée donne une pâte comparable à une pâte de Bouleau. Ce type de pâte est très apprécié.

Le mélange à déchirure faible donne la pâte la moins intéressante. On peut cependant assimiler cette pâte à de la pâte de Hêtre.

On peut donc admettre que toutes les pâtes susceptibles d'être obtenues à partir des bois camerounais atteignent, même dans les cas défavorables, un niveau de qualité suffisant pour que l'on puisse envisager leur commercialisation.

En fait, le problème n'est pas un problème qualitatif, mais un problème de constance des caractéristiques, et il importe de se tenir pour cela aussi près que possible du mélange "représentatif" de la forêt dans l'hypothèse I. Ceci est certainement possible dans le cas d'une unité de grande capacité.

313 Potentiel de la forêt dans le cas de l'hypothèse I

Dans le cadre de l'hypothèse I, c'est-à-dire en supposant un approvisionnement à partir de toutes les essences de la forêt, la quantité de bois disponible sur les 100.000 Ha inventoriés s'établit comme suit :

Volume utile de bois papetier (1)	41.282.050 m ³
Densité moyenne pondérée des bois secs ...	0,71
% écorce + pertes diverses	10 %
Rendement pâte blanchie classée/bois sec ..	40 %
Tonnage théorique de pâte blanchie	10.469.128 T

Le tableau suivant donne la durée d'approvisionnement d'une usine en fonction de sa capacité de production.

: Capacité de l'usine	: Durée d'approvisionnement	:
:	:	:
: 100.000 T/an	: 104 ans	:
: 150.000 "	: 70 "	:
: 200.000 "	: 52 "	:
: 250.000 "	: 40 "	:
: 300.000 "	: 35 "	:
:	:	:

Il apparaît d'après ces chiffres que les données d'approvisionnement en bois dans le cas de l'hypothèse I sont très favorables, d'autant plus qu'il existe des disponibilités en bois en dehors de la zone de 100.000 Ha inventoriée.

(1) Il ne s'agit pas du volume total, mais du volume utile c'est-à-dire du volume qui serait effectivement livré à l'usine.

32 HYPOTHESE II - UTILISATION DES BOIS A L'EXCEPTION DES INDESIRABLES

Dans cette hypothèse, on a éliminé, sur les 121 essences testées toutes celles qui conduisaient à de mauvais résultats en retenant les critères suivants : densité très élevée; indice de permanganate très élevé; rendement en pâte très bas; très mauvaises caractéristiques mécaniques des pâtes et papiers. La liste des essences éliminées a été donnée au tableau n° 29 (Voir chapitre 2). Il apparaît que 39 essences sur 121 ont été écartées. Cette proportion est importante, d'autant plus que certaines des essences écartées sont fréquemment rencontrées en forêt. On étudiera en fin de chapitre l'incidence de cette élimination sur le potentiel en bois disponible.

En ce qui concerne l'étude des mélanges dans le cadre de l'hypothèse II, on procèdera de la même façon que pour l'hypothèse I, c'est-à-dire : étude de mélanges difficiles et faciles à traiter, étude d'un mélange représentatif, étude de divers mélanges spécifiques.

321 Recherche d'un mode opératoire pour la cuisson des bois camerounais dans l'hypothèse II

Les mélanges "Difficile" et "Facile" ont été définis en retenant dans la liste des bois de l'hypothèse II les dix essences qui donnaient les pâtes les plus ou les moins délignifiées.

Pour le mélange difficile, et par rapport au mélange correspondant de l'hypothèse I, ce sont dix nouvelles essences qui ont été retenues. Pour le mélange facile, ce sont au contraire les dix mêmes essences que celles de l'hypothèse I qui sont ressorties. Le mélange difficile est donc entièrement renouvelé et le mélange facile reste inchangé.

On trouvera au tableau n° 321 la liste des bois retenus dans cette hypothèse.

321.1 Composition chimique des mélanges

Les résultats suivants ont été obtenus

	Mélange difficile %	Mélange facile %
Extrait alcool-benzène	1,3	1,2
Extrait à l'eau	3,0	2,9
Extrait à la soude	13,3	13,8
Lignine	32,2	26,9
Pentosanes	15,9	17,9
Cellulose corrigée	42,6	47,4
Cendres totales	2,3	1,2
SiO ₂	0,1	0,1
Fe ₂ O ₃	0,001	0,0005
Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	0,3	0,1
CaO	0,7	0,2
Bilan partiel	97,3	97,6

Hypothèse 2

Elimination des indésirables

Définition de mélanges spécifiques

Difficiles à cuire

1	Nom Asam	241
2	Obatoan	273
3	Asas	063
4	Etup	170
5	Kodena	188
6	Osang	290
7	Bisama	323
8	Kanda	187
9	Etambaye	166
10	Nom Okekela	261

Faciles à cuire

1	Ebebam	102
2	Ebap	100
3	Eyong	184
4	Alomba	046
5	Angwane	058
6	Ebangbemva Oswe	098
7	Ekoa	120
8	Ekem	119
9	Engang	154
10	Asamingung	062

Longueur de rupture élevée

1	Akom	035
2	Abam geant	005
3	Ekoa	120
4	Mbonda	201
5	Nom Ntom	362
6	Eteng Oswe	168
7	Damba	094
8	Nkanla Nkangela	230
9	Aseng	066
10	Anguyem	057

Longueur de rupture faible

1	Bisama	323
2	Etambaye	166
3	Olombang	283
4	Nom Onie	263
5	Abena	016
6	Osang	290
7	Mvomba	222
8	Kpakpaele	190
9	Asam	061
10	Akela	030

Déchirure élevée

1	Bidu	090
2	Efok	114
3	Mbangbazoa Evele	197
4	Menyuminsi	207
5	Doussié	-
6	Edimpbazoa	109
7	Emien	-
8	Osang Mevini	367
9	Mbonda	201
10	Abam geant	005

Déchirure faible

1	Kpakpaele	190
2	Aseng	066
3	Avom	080
4	Osang	290
5	Mvomba	222
6	Nkanla Nkangela	230
7	Ka	185
8	Osang Bekwe	291
9	Ekoa	120
10	Asa	60

Par rapport au mélange difficile de l'hypothèse I, le mélange de l'hypothèse II contient moins d'extrait à l'alcool benzène et moins de lignine. La somme cellulose + pentosanes ne change guère. Ces résultats sont donc plus favorables d'un point de vue chimique et plus proches de ceux du mélange facile qui reste inchangé.

La composition du mélange représentatif de l'hypothèse II est intermédiaire entre celles des deux mélanges "facile" et "difficile".

321.2 Densité moyenne des bois

Le calcul de la densité moyenne des bois donne les résultats suivants :

Mélange difficile : d moy. = 0,71

Mélange facile : d moy. = 0,58

La densité moyenne pour le mélange difficile de l'hypothèse II est à peine inférieure à celle du mélange correspondant de l'hypothèse I.

On verra par la suite que le mélange représentatif dans le cas de l'hypothèse II a une densité moyenne de 0,64, intermédiaire entre le mélange facile et difficile de la même hypothèse.

321.3 Cuisson des bois

On a retenu la même série de cuisson qu'en 311.3. Les résultats suivants ont été obtenus :

NaOH + S	Durée	Rendement:	Rendement:	NaOH	Indice	Photovolt:	D. P.
(Hypothèse II):	à	brut %	en pâte	dans lessive:	MnO ⁴ K	pâte	
	170°		classée %	noire		écru	
<u>Mél. difficile</u>							
18 + 1,8	1h30	51,2	38,7	3,6	32	16	1155
22 + 2,2	"	46,1	42,7	11,2	29,4	17	1015
26 + 2,6	"	43,0	41,7	16,4	25,7	17	790
22 + 2,2	2h30	45,0	43,9	6,8	25,6	16,5	840
<u>Mél. facile</u>							
18 + 1,8	1h30	50,5	47,9	2,8	20,3	21,5	1200
22 + 2,2	"	48,6	48,2	7,0	17,7	23	930
26 + 2,6	"	47,2	47,1	16,0	15,6	23	810
22 + 2,2	2h30	48,0	47,9	6,5	15,7	22	860

Les résultats précédents montrent que le mélange difficile de l'hypothèse II nécessite un peu moins de soude pour sa cuisson que celui de l'hypothèse I. Toutefois, comme dans l'hypothèse I, les rendements en pâte de l'hypothèse II restent relativement bas.

Pour les mêmes raisons que dans le cas de l'hypothèse I, on peut retenir de préférence une cuisson avec 22 % de soude et une température de 170° pendant 2 h 30, c'est-à-dire la même cuisson que celle de l'hypothèse I.

Une telle cuisson doit permettre de traiter n'importe quelle association de bois dans le cadre de l'hypothèse II. Ce résultat était d'ailleurs prévisible puisque cette cuisson permettait déjà de traiter n'importe quel mélange de l'hypothèse I. Toutefois les résultats des essais effectués montrent qu'il n'y a pas lieu d'adopter, pour l'hypothèse II, un autre mode opératoire.

321.4 Blanchiment des pâtes

Les essais sont les mêmes qu'en 311.4. Les résultats suivants ont été obtenus :

321.41 Blanchiment en 4 phases (ClONa)

NaOH + S	Durée à	Cl total	NaOH total	Photovolt	Stabilité	Indice de cuivre	D. P.
(Hypothèse II)	170°	(1)	%		%		
		%					
<u>Mél. difficile</u>							
18 + 1,8	1h30	13,7	4,5	77	85	0,60	820
22 + 2,2	"	11,0	3,2	77	86	0,60	740
26 + 2,6	"	8,9	2,4	78	85	0,55	540
22 + 2,2	2h30	8,8	2,2	77	85	0,60	580
<u>Mél. facile</u>							
18 + 1,8	1h30	7,2	2,1	80	85	0,35	900
22 + 2,2	"	6,1	1,9	80	85	0,40	725
26 + 2,6	"	6,0	1,9	80	87	0,35	650
22 + 2,2	2h30	5,9	1,6	80	86	0,40	610

(1) : Cl + ClONa en chlore actif

321.42 Blanchiment en 5 phases (ClO^2)

: NaOH + S	: Durée	: Cl	: ClO^2	: NaOH	: H^2O^2	: Photovolt	: Stabilité	: Indice	: D. P.
: (Hypothèse II)	: à	: total	: total	: total	: total	:	: %	: cuivre	:
:	: 170°	: (1) %	: %	: %	: %	:	:	:	:
<hr/>									
: <u>Mél. difficile</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 10,3	: 3,1	: 5,7	: 1,1	: 91,5	: 89	: 0,55	: 990
: 22 + 2,2	: "	: 7,9	: 3,0	: 4,0	: 1,1	: 92	: 89	: 0,50	: 850
: 26 + 2,6	: "	: 6,0	: 2,9	: 3,3	: 1,1	: 91,5	: 90	: 0,50	: 720
: 22 + 2,2	: 2h30	: 6,0	: 2,4	: 3,0	: 1,0	: 91,5	: 90	: 0,55	: 720
<hr/>									
: <u>Mél. facile</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 5,1	: 1,9	: 3,0	: 1,0	: 92,5	: 89	: 0,30	: 1120
: 22 + 2,2	: "	: 3,9	: 1,9	: 2,3	: 1,0	: 92,5	: 89	: 0,30	: 815
: 26 + 2,6	: "	: 3,9	: 1,8	: 2,2	: 1,0	: 92,5	: 90	: 0,30	: 775
: 22 + 2,2	: 2h30	: 3,8	: 1,7	: 2,2	: 1,0	: 92,5	: 90	: 0,40	: 730
<hr/>									

(1) : chlore à la chloration

321.43 Analyse des résultats de blanchiment

Les diverses pâtes obtenues à partir du mélange difficile de l'hypothèse II se blanchissent avec moins de chlore que les pâtes correspondantes de l'hypothèse I. Toutefois, un blanchiment en 5 phases au bioxyde de chlore reste nécessaire si on veut dépasser une blancheur de 90°.

Les différences importantes qui avaient été observées entre mélanges difficile et facile de l'hypothèse I sont atténuées dans le cas de l'hypothèse II. Pour la cuisson de 2h30 à 170° avec 22 % de soude, la quantité de chlore nécessaire au mélange difficile n'est plus que 1,5 fois celle qui est nécessaire au mélange facile, et ce rapport tombe à 1,35 pour le bioxyde de chlore (rapports de 2,5 et 1,8 dans l'hypothèse I).

On peut espérer dans ces conditions, que les écarts entre la composition des mélanges qui seraient effectivement traités en usine et celle du mélange représentatif de la forêt seraient d'une amplitude bien inférieure et n'entraîneraient aucune difficulté pour le réglage de la chaîne de blanchiment.

.../

321.5 Caractéristiques des papiers

Les pâtes écrues et blanchies ont été raffinées au Jokro et au Bauer, tirées en formettes de papier de 60 g/m² et analysées. Les résultats suivants ont été obtenus :

321.51 Pâtes écrues - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 321.51 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR (1)

: NaOH + S	: Durée	: Longueur	: Eclate-	: Déchi-	: Plis	: Allonge-	: Porosité	: Main	: Durée du
: (Hypothèse II)	: à	: rupture	: ment	: rure	: T = 1 kg.	: ment %	:	:	: raffina-
:	: 170°	:	:	:	:	:	:	:	: ge(min.)
: <u>Mél. difficile</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 7200	: 42	: 101	: 70	: 2,5	: 25	: 1,50	: 30
: 22 + 2,2	: "	: 7000	: 40	: 100	: 60	: 2,4	: 25	: 1,50	: 29
: 26 + 2,6	: "	: 6300	: 34	: 90	: 30	: 2,2	: 25	: 1,50	: 26
: 22 + 2,2	: 2h30	: 6800	: 39	: 92	: 50	: 2,3	: 25	: 1,50	: 28
: <u>Mél. facile</u>	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 8800	: 57	: 95	: 350	: 3,9	: 8	: 1,40	: 30
: 22 + 2,2	: "	: 8200	: 51	: 90	: 250	: 3,0	: 8	: 1,35	: 30
: 26 + 2,6	: "	: 7800	: 47	: 86	: 150	: 2,7	: 8	: 1,35	: 30
: 22 + 2,2	: 2h30	: 8000	: 50	: 88	: 200	: 2,9	: 8	: 1,35	: 30

321.52 Pâtes blanchies en 5 phases - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 321.52 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR (1)

(1) : Les graphiques relatifs au mélange facile, identiques à ceux des graphiques 311.51 et 311.52, n'ont pas été reproduits ici.

: NaOH + S	:Durée	:Longueur	:Eclate-	:Déchi-	: Plis	:Allonge-	:Poro-	:Main	:Opacité:	:Durée du :
: (Hypothèse II):	: 170°	: rupture	: ment	: rure	: T = 1 kg.	: ment %	: sité	:	:	: raffina- :
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	: ge (min.) :
:Mél. difficile:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 7900	: 48	: 105	: 180	: 3,0	: 12	: 1,35	: 63	: 42
: 22 + 2,2	: "	: 7400	: 45	: 102	: 100	: 2,7	: 12	: 1,35	: 63	: 40
: 26 + 2,6	: "	: 6600	: 30	: 88	: 30	: 2,4	: 12	: 1,35	: 63	: 32
: 22 + 2,2	: 2h30	: 7000	: 31	: 90	: 60	: 2,6	: 12	: 1,35	: 63	: 38
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:Mél. facile	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
: 18 + 1,8	: 1h30	: 7900	: 50	: 99	: 300	: 3,2	: 7	: 1,35	: 62	: 35
: 22 + 2,2	: "	: 7700	: 48	: 92	: 150	: 3,0	: 7	: 1,35	: 62	: 35
: 26 + 2,6	: "	: 7200	: 44	: 84	: 60	: 2,6	: 7	: 1,35	: 64	: 35
: 22 + 2,2	: 2h30	: 7400	: 47	: 87	: 100	: 2,8	: 7	: 1,30	: 64	: 35
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

321.53 Analyse des résultats relatifs aux caractéristiques des papiers.

Le mélange difficile de l'hypothèse II a donné dans tous les cas des pâtes suffisamment cuites pour que l'on observe une évolution classique des caractéristiques en fonction du pourcentage de soude mis en jeu à la cuisson. C'est ainsi que c'est la pâte cuite avec 18 % de soude qui donne les meilleurs résultats, et la pâte cuite avec 26 %, les résultats les plus faibles.

Les chiffres précédents montrent également qu'une prolongation de la durée de cuisson avec 22 % de soude est préférable à une augmentation de la soude de 22 à 26 % sans changement de la durée. Autrement dit, les résultats confirment qu'il vaut mieux cuire les mélanges de bois, dans le cadre de l'hypothèse II, avec 22 % de soude pendant 2 h 30 à 170° plutôt qu'avec 26 % de soude pendant 1h30.

Par rapport au mélange difficile de l'hypothèse I, le mélange correspondant de l'hypothèse II possède des résistances à la traction, éclatement et plis supérieurs, mais une résistance à la déchirure inférieure.

Les écarts entre mélange difficile et mélange facile sont moins importants dans le cas de l'hypothèse II.

Dans l'hypothèse II, les pâtes blanchies des deux mélanges difficile et facile correspondent à de bonnes pâtes de feuillus.

Bois du Cameroun

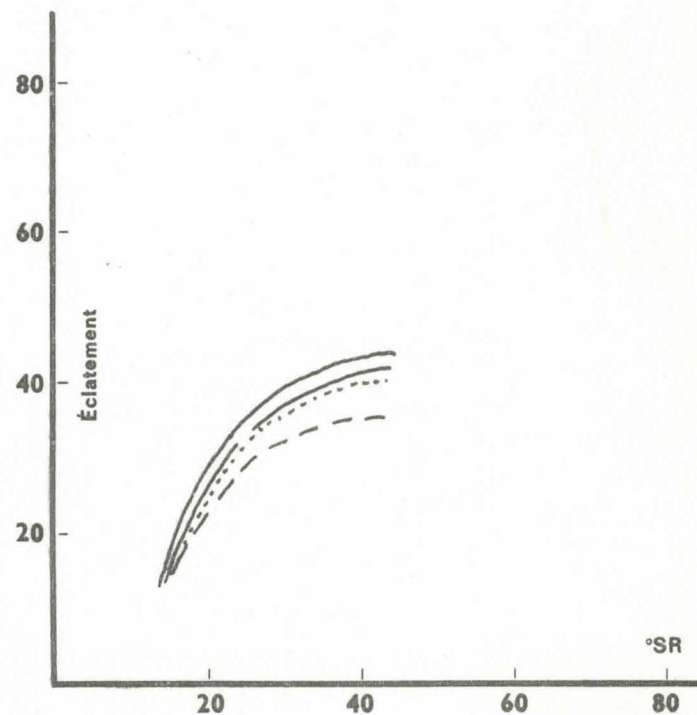
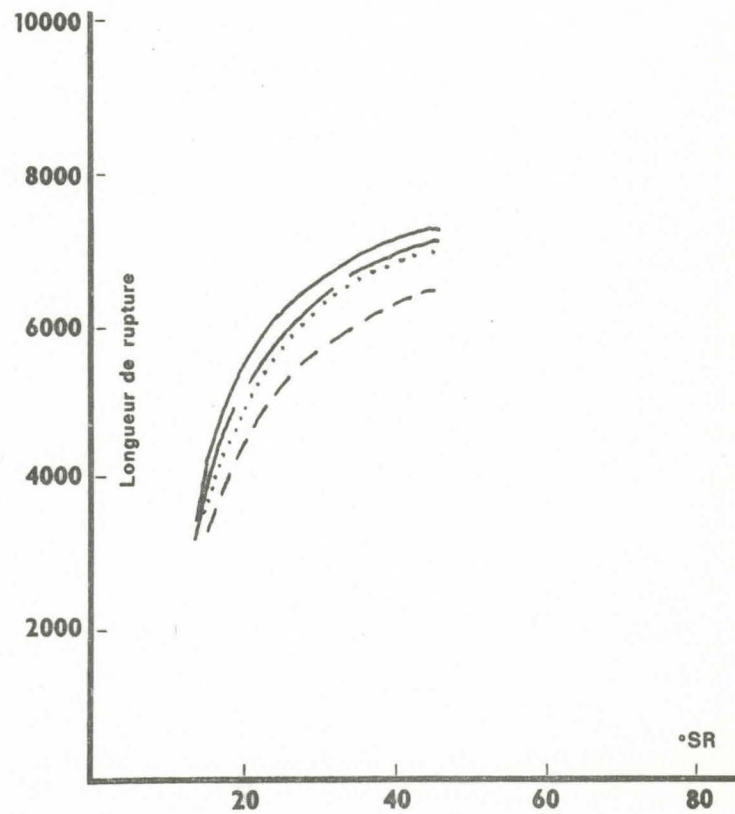
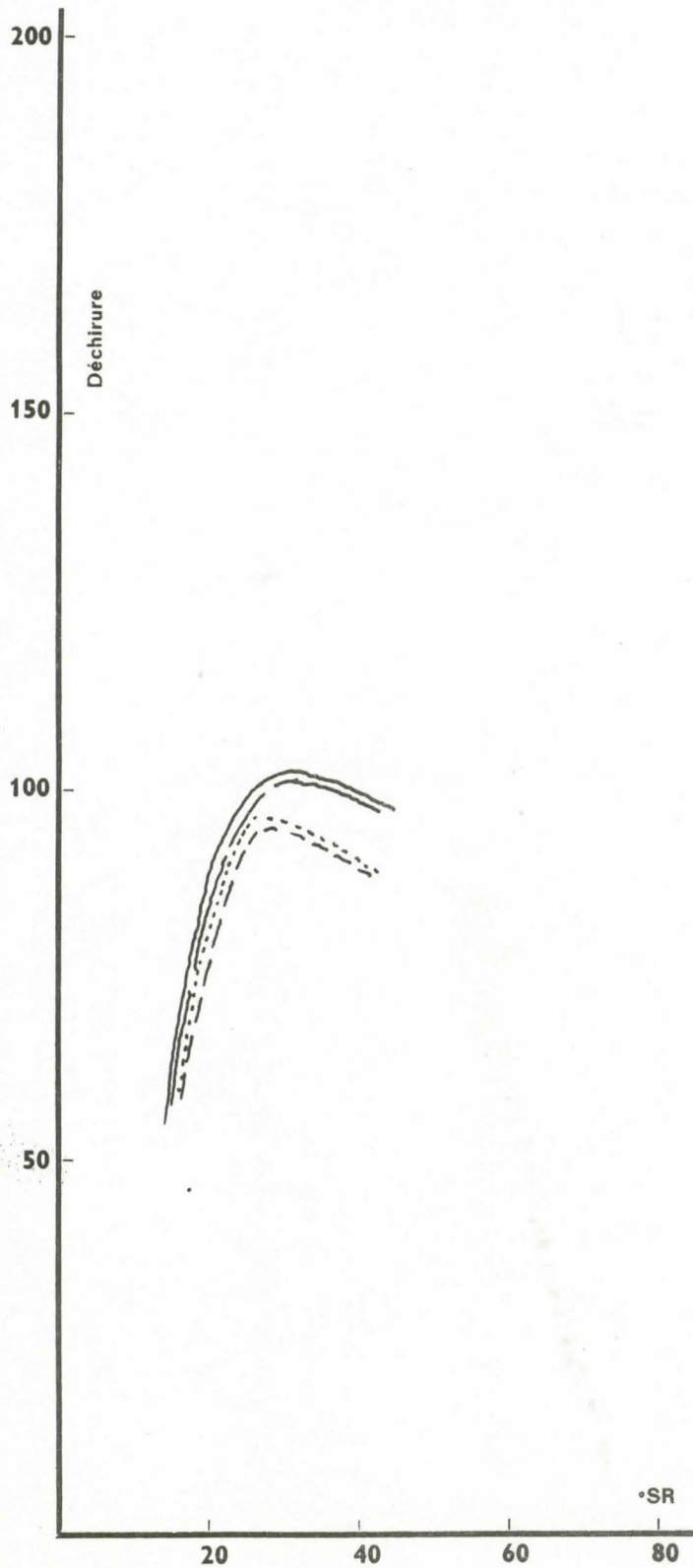
Hypothèse II - Mélange difficile

Pâtes écrues - Raffinage Jokre

- 74 -

Graphique 321.51 A

	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
- - - -	22	2,2	"
- - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30

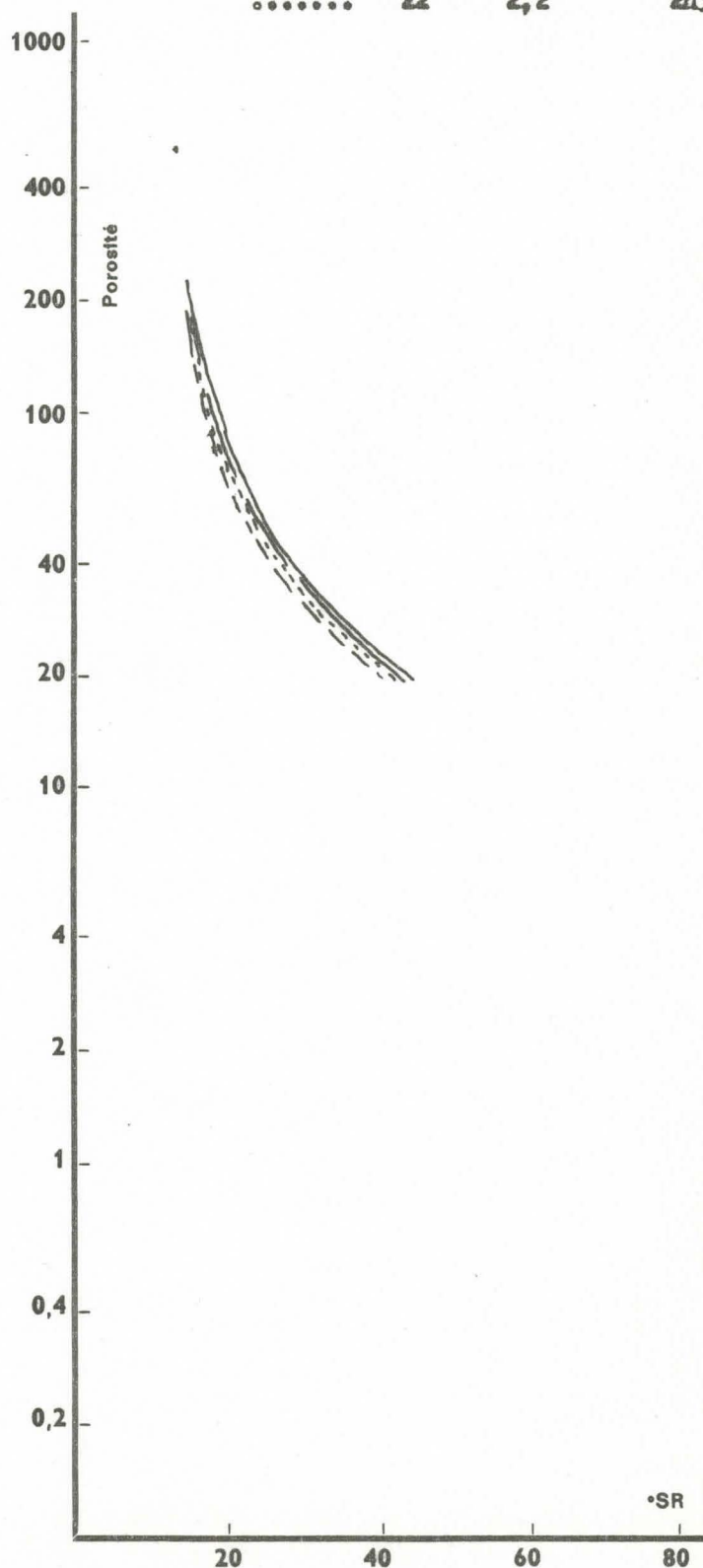
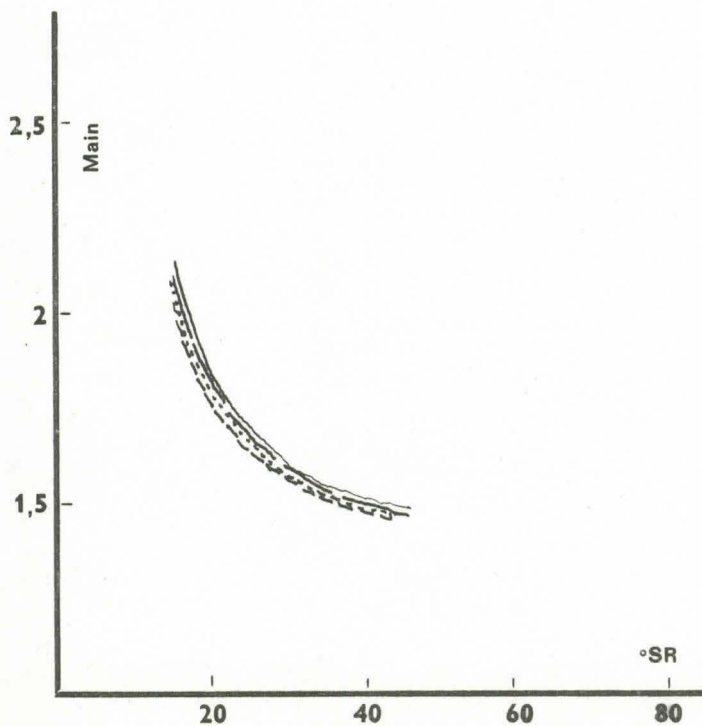
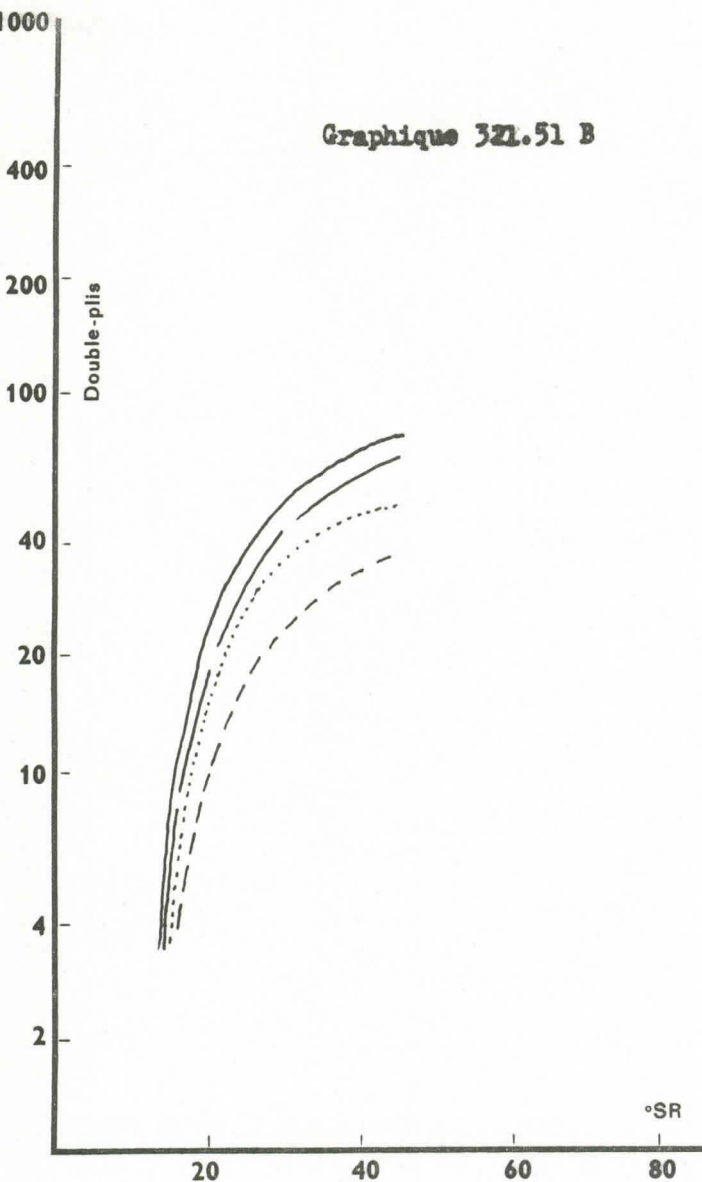


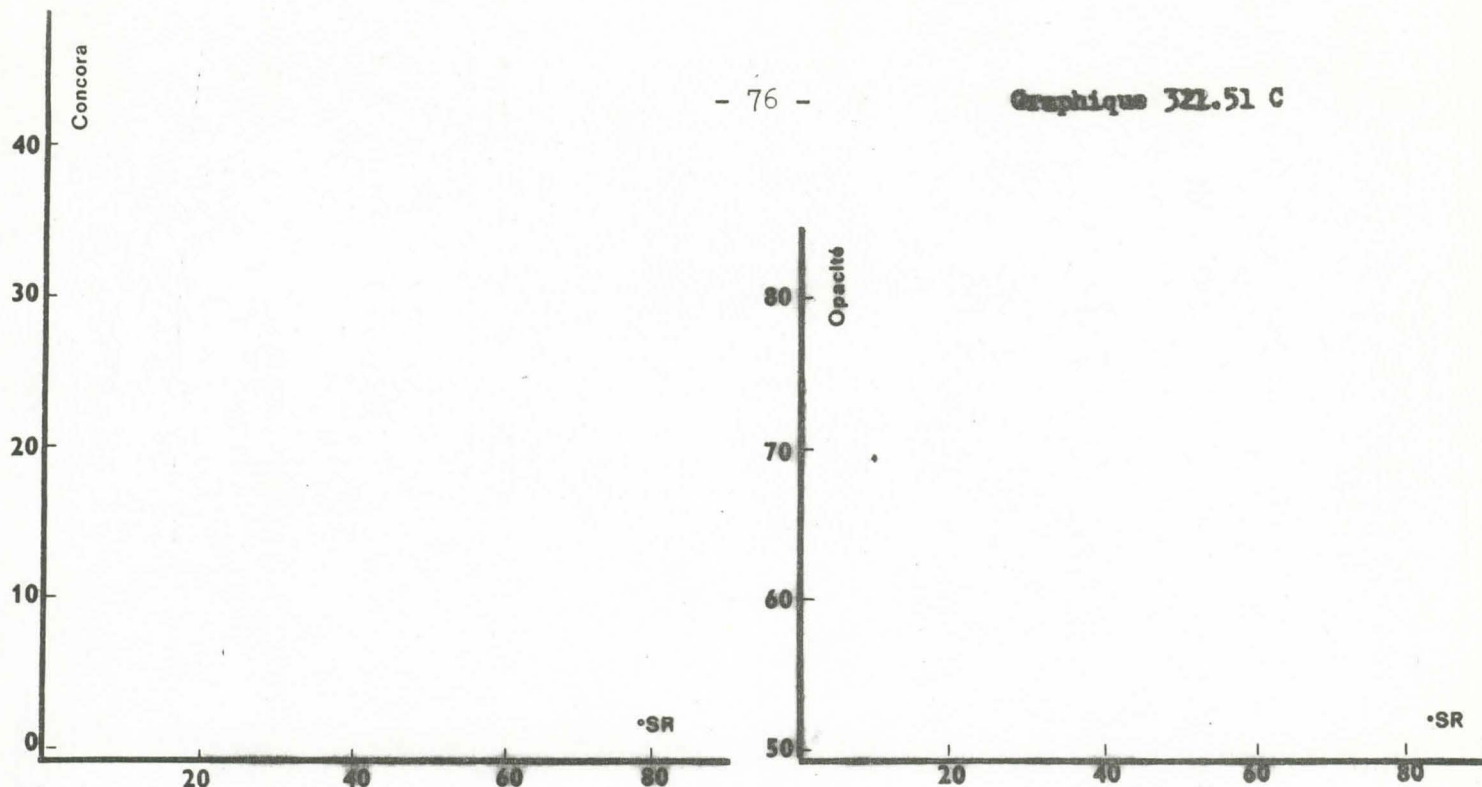
Hypothèse II - Mélange difficile

Pâtes écorées - Raffinage Jokro

	NaOH	S	Durée à 170°
—	18	1,8	1h30
— — —	22	2,2	"
- - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30

Graphique 32L.51 B



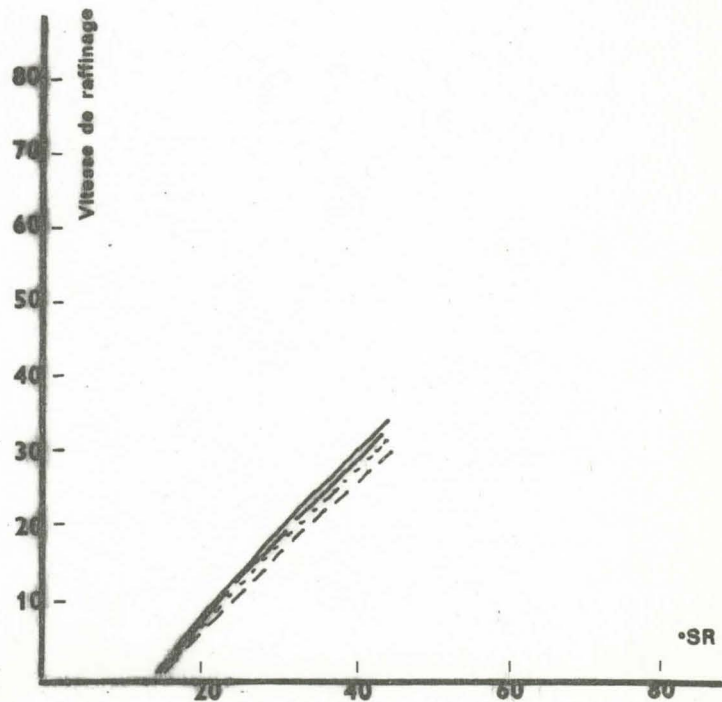
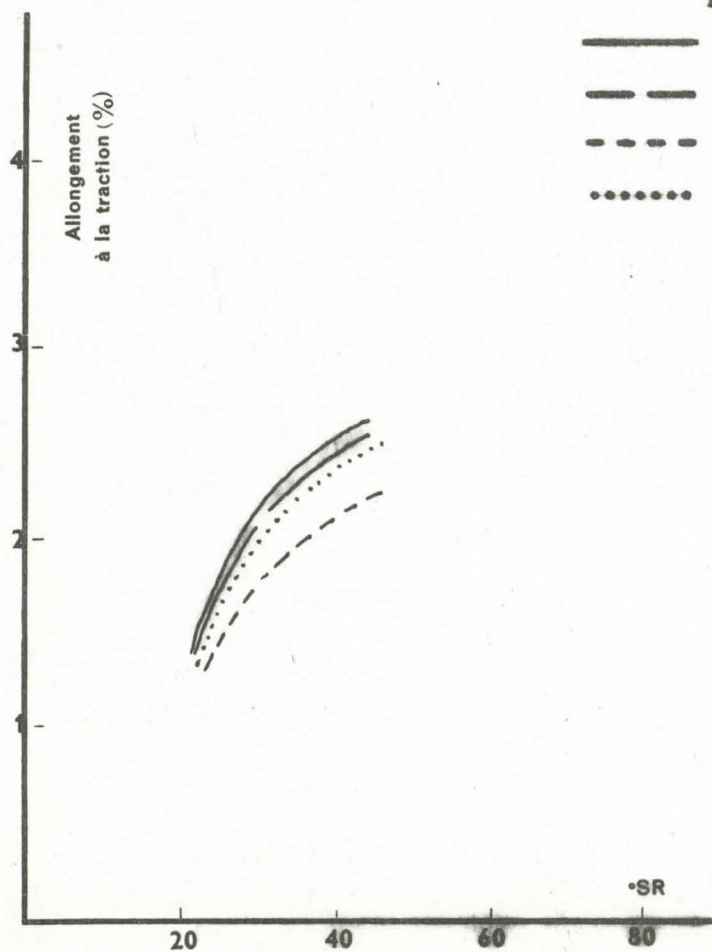


Bois du Cameroun

Hypothèse II - Mélange difficile

Fêles écorues - Raffinage Jokro

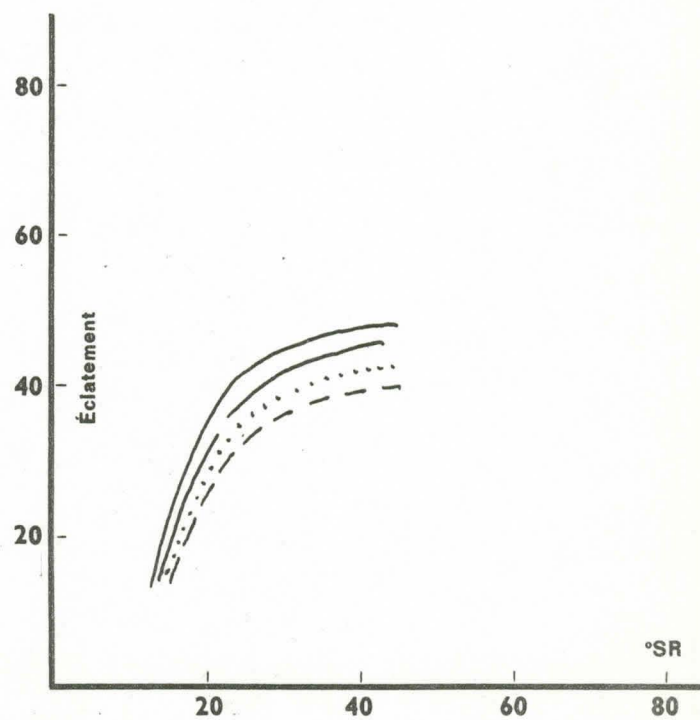
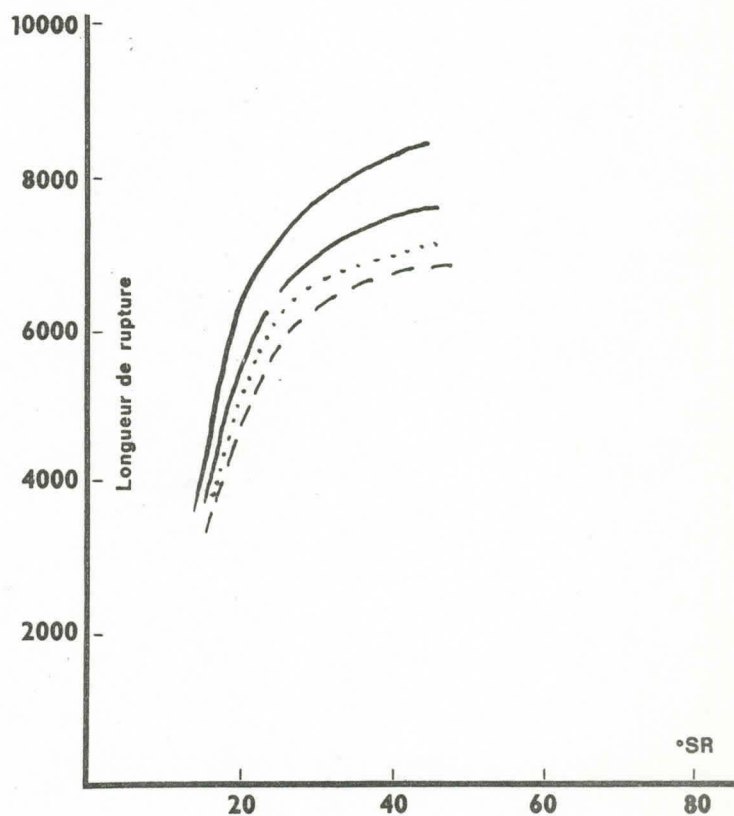
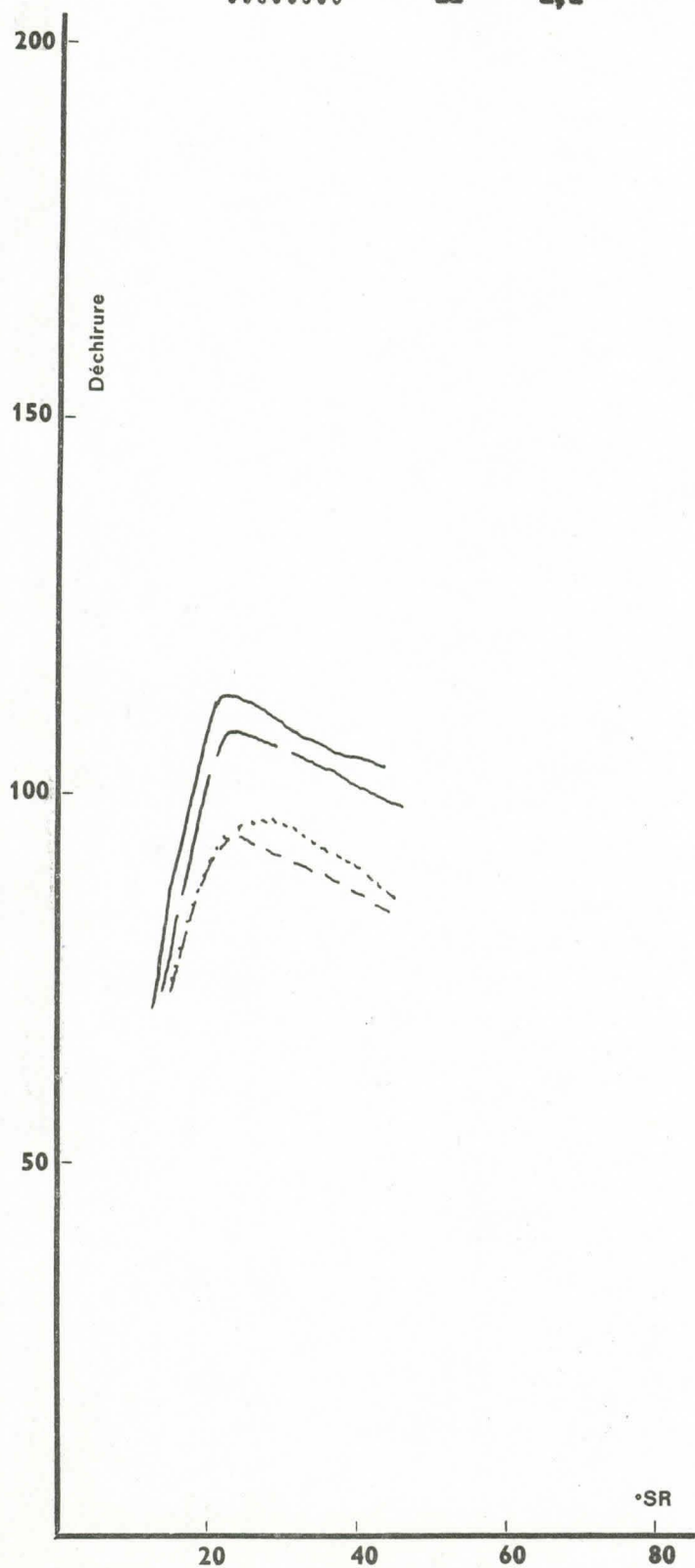
	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30



Pâtes blanchies ClO_2 - Raffinage Jekro

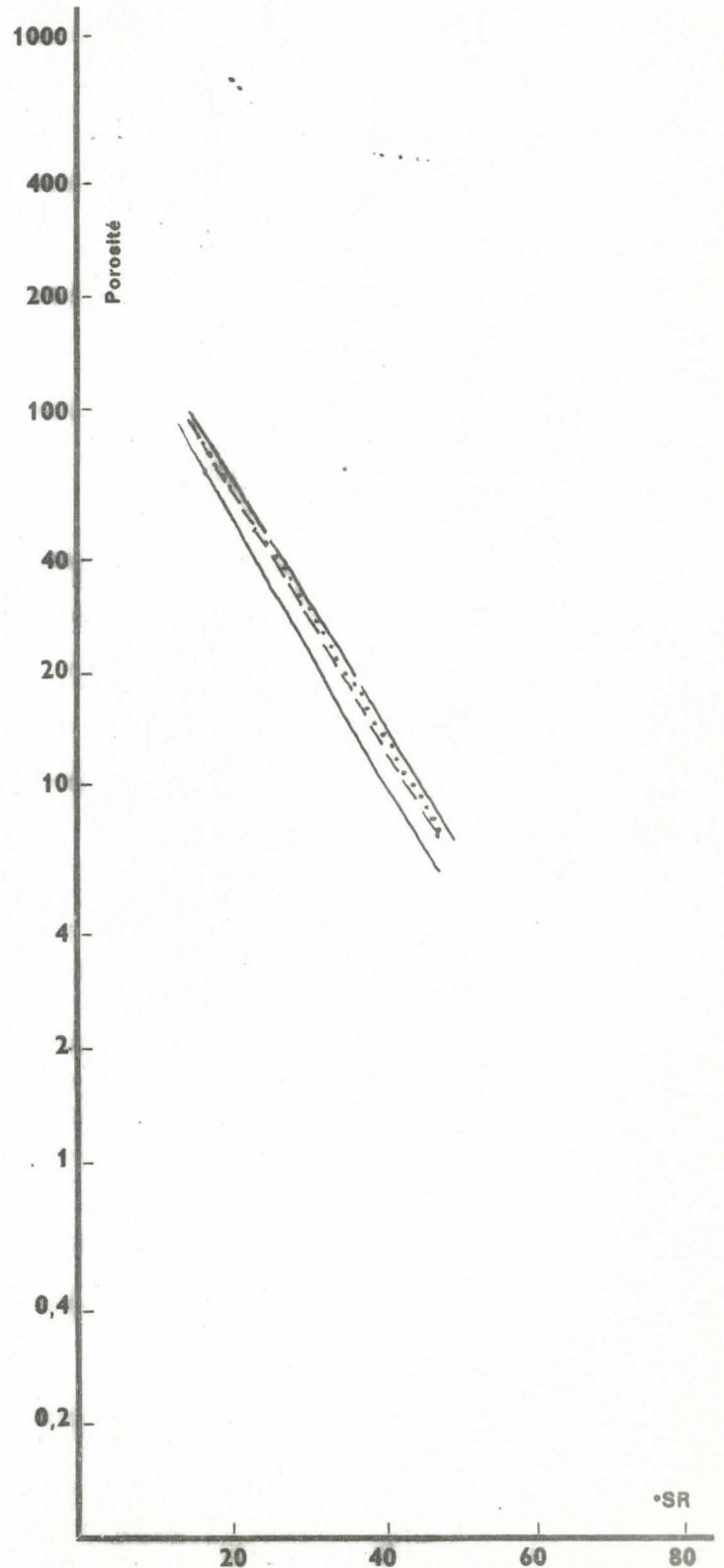
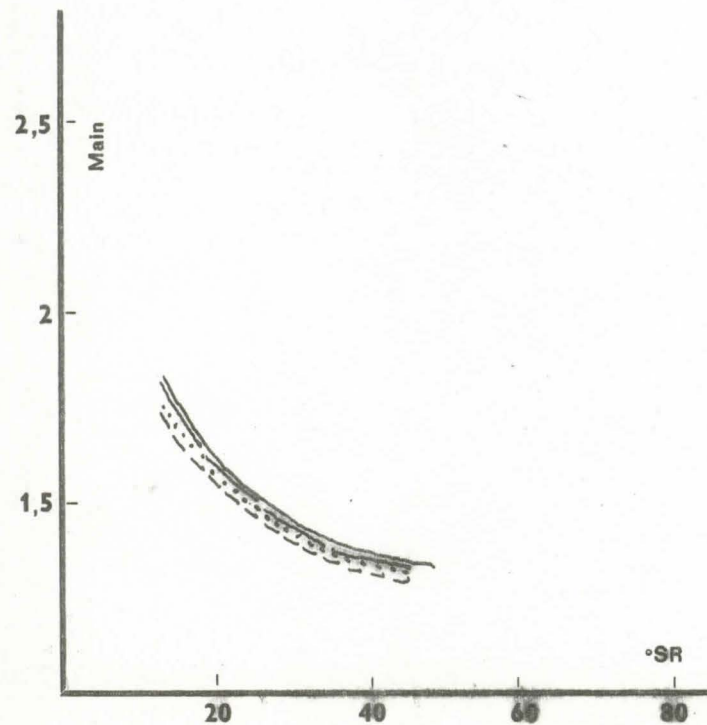
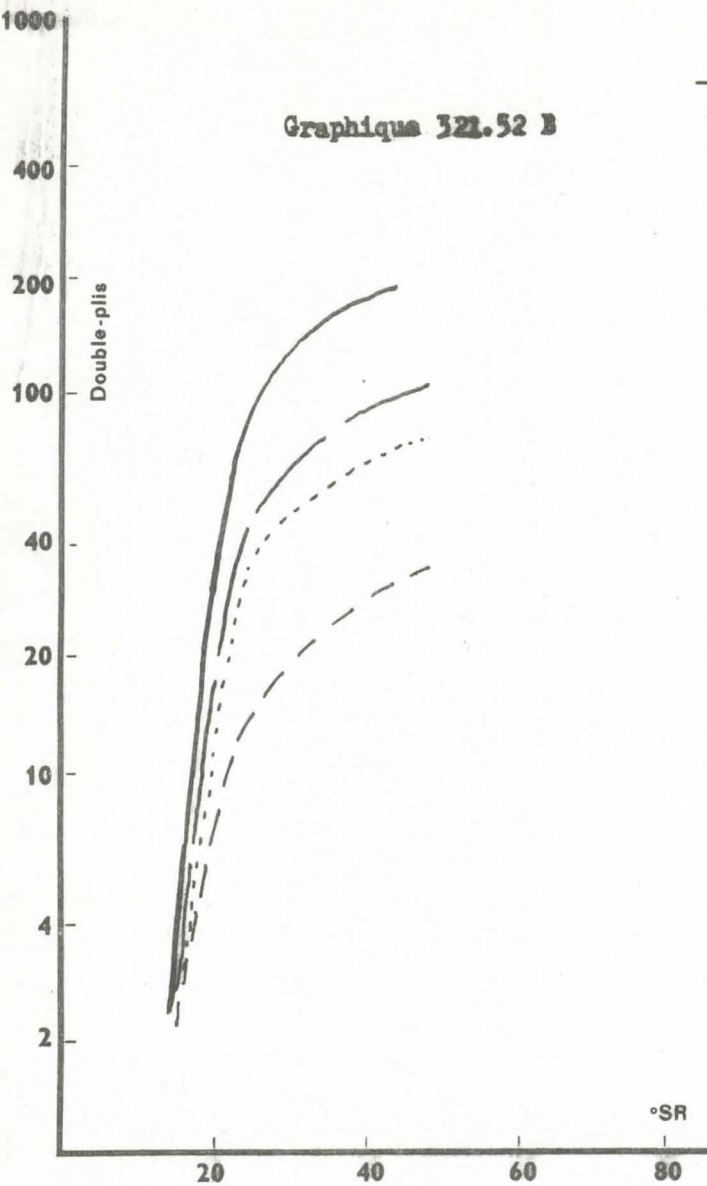
	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30

Graphique 321.52 A

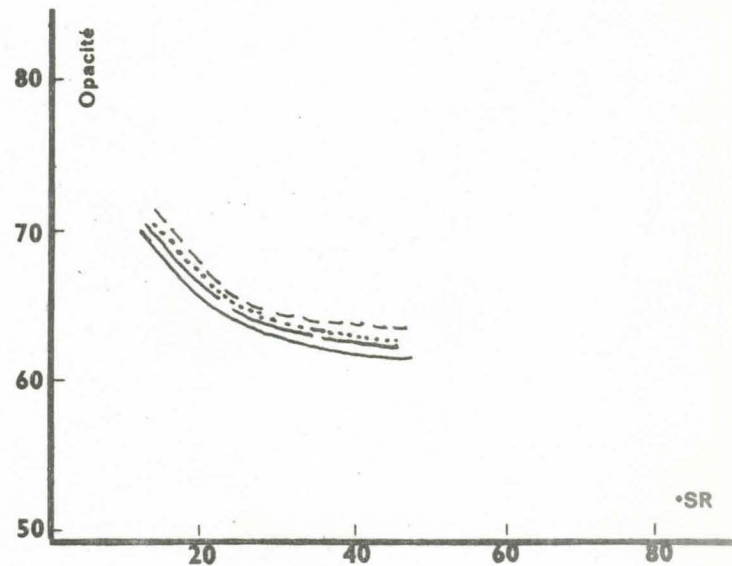
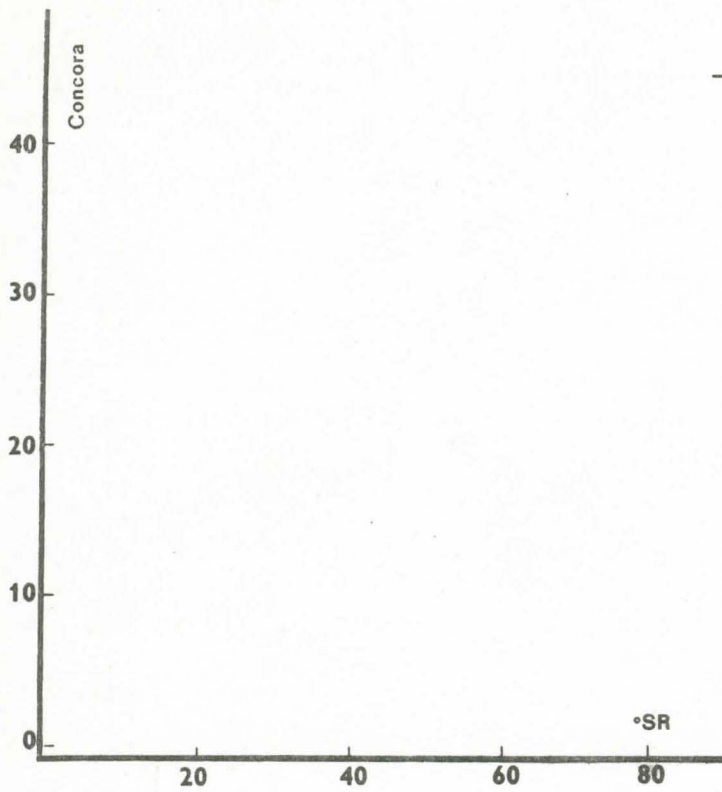


Graphique 322.52 B

	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
———	22	2,2	"
- - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30



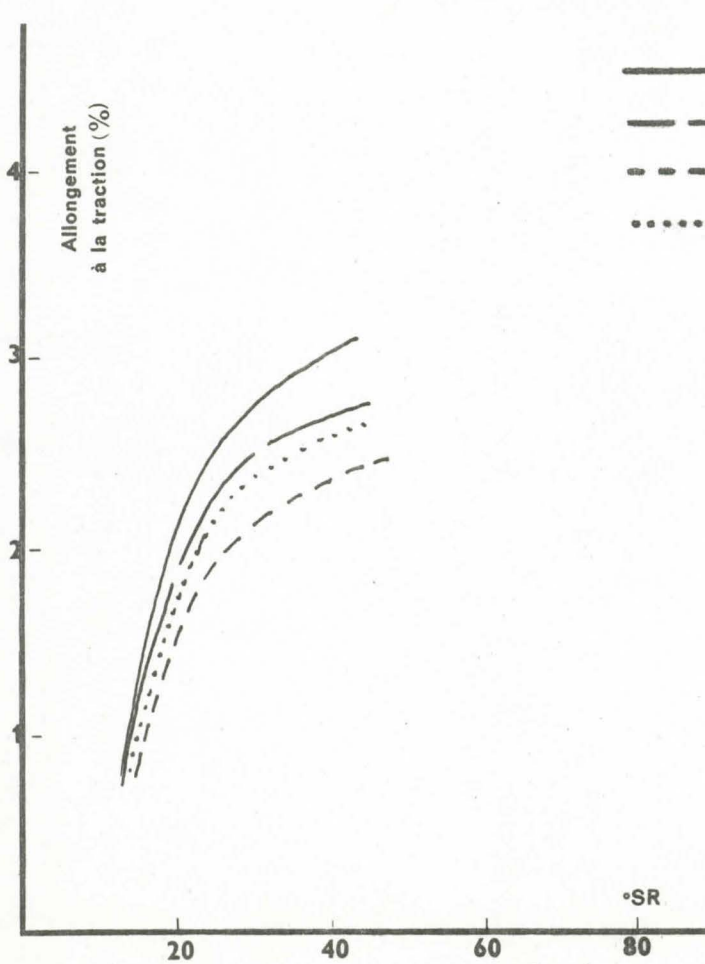
Graphique 321.52 C



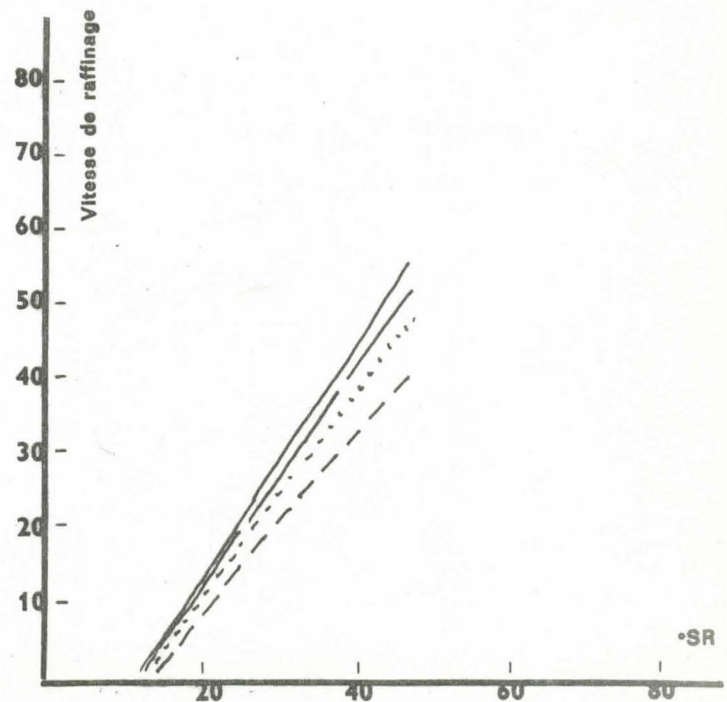
Bois du Cameroun

Hypothèse II - Mélange difficile

Pâtes blanches ClO² - Raffinage Jekro



	NaOH	S	Durée à 170°
————	18	1,8	1h30
— — — —	22	2,2	"
- - - - -	26	2,6	"
.....	22	2,2	2h30



321.54 Comparaison entre raffinage Jokro et Bauer

Comme dans le cas de l'hypothèse I, le raffinage au Bauer des pâtes de l'hypothèse II conduit à des résultats voisins de ceux du raffinage Jokro. Les conclusions sont les mêmes dans les deux cas. A titre d'exemple, voici les résultats moyens obtenus pour les pâtes à 40 °SR après raffinage avec chacun des deux appareils.

: Raffineur	: Longueur	:Eclate-	:Déchirure :	Plis	:Allonge-	:Porosité:	Main :
:	: rupture	: ment	:	:	:ment %	:	:
:Mél. difficile	:	:	:	:	:	:	:
: Jokro	: 6300 à 7200	: 34 à 42	: 90 à 101	: 30 à 70	: 2,2 à 2,5	: 25	: 1,50
: Bauer	: 6000 à 7000	: 32 à 36	: 92 à 103	: 30 à 60	: 1,8 à 2,2	: 15	: 1,70
:Mél. facile	:	:	:	:	:	:	:
: Jokro	: 7800 à 8800	: 47 à 57	: 88 à 95	: 150 à 350	: 2,7 à 3,9	: 8	: 1,35
: Bauer	: 7200 à 8000	: 38 à 45	: 90 à 102	: 40 à 150	: 2 à 2,4	: 4	: 1,45

321.55 Comparaison entre pâtes blanchies en 4 phases et en 5 phases

On peut faire les mêmes remarques que dans le cas de l'hypothèse I. Les caractéristiques mécaniques sont relativement voisines, mais à blancheur égale, les pâtes blanchies en 5 phases seraient plus résistantes.

321.6 Conclusion au sujet de la recherche d'un mode opératoire pour la cuisson des bois camerounais dans le cas de l'hypothèse II.

Les essais effectués montrent que l'on peut retenir finalement la même cuisson que dans l'hypothèse I, c'est-à-dire une cuisson de 2h30 à 170° avec 22 % de soude.

322 Traitement du mélange "représentatif" et de quelques mélanges spécifiques dans l'hypothèse II

Comme dans le cas de l'hypothèse I, on a appliqué le mode opératoire défini précédemment pour la cuisson des bois aux mélanges suivants :

- Mélange représentatif : Sur les 40 essences les plus fréquemment rencontrées en forêt qui représentent 58 % du volume total de bois disponible, on a éliminé 15 essences considérées comme indésirables et figurant sur la liste du tableau n° 29. Il reste donc 25 essences représentant près de 40 % du volume total de bois recensé en forêt, et près de 60 % du volume total des bois sélectionnés dans l'hypothèse II. On a admis que ce mélange de 25 essences qui représentait près des 2/3 de volume théorique de bois était représentatif du mélange théorique moyen dans l'hypothèse II.

La composition exacte de ce mélange est donnée au tableau n° 322. La pondération pour chaque essence est liée à sa fréquence en forêt.

La densité moyenne des bois constituant ce mélange est de 0,64.

Les caractéristiques moyennes des fibres sont les suivantes :

Longueur des fibres (L)	:	1570 Mu	±	400
Largeur des fibres (l)	:	24,3 "	±	5
Largeur des cavités (C)	:	14 "	±	6
Epaisseur des parois (2p)	:	10,2 "	±	3
Coefficient de souplesse (C/l %)	:	56	±	16
Pouvoir feutrant (L/l)	:	64		

En cas d'exploitation industrielle dans l'hypothèse II c'est un mélange toujours très proche du mélange représentatif qui serait pratiquement traité par une fabrique de pâte.

Sur un plan théorique d'autres mélanges peuvent être imaginés et on a voulu tester les mélanges spécifiques suivants :

- Mélange à longueur de rupture élevée
- Mélange à longueur de rupture faible
- Mélange à déchirure élevée
- Mélange à déchirure faible

TABLEAU N° 322

Hypothèse 2

Composition du mélange correspondant aux principales essences moins les indésirables (25 essences sur 40)

N° d'ordre	Essence	Référence	Volume m ³	Densité	Tonnage (T)	% pondéral
1	Eteng	167	1.419.500	0,35	496.825	6,3
2	Mbangbazoa	195	1.107.750	0,80	886.200	11,2
3	Nom Okekela	261	916.300	0,72	659.736	8,4
4	Osang Mevini	367	825.050	0,91	750.795	9,5
5	Akurna	168	672.650	0,43	289.239	3,6
6	Emien (Ekuk)	-	594.100	0,73	433.693	5,5
7	Akom	035	535.900	0,35	187.565	2,4
8	Edip Mbazoa	109	567.550	0,71	402.960	5,1
9	Ekop Nganga	130	490.600	0,87	426.822	5,5
10	Bidu	090	428.950	0,85	364.607	4,6
11	Akendeng	031	487.300	0,56	272.888	3,5
12	Etambaye	166	396.850	0,79	313.511	4,0
13	Elem	145	407.350	0,95	386.982	4,9
14	Osang	290	390.550	0,82	320.251	4,0
15	Olombang	283	370.800	0,76	281.808	3,6
16	Nom Elem	356	359.100	0,62	222.642	2,8
17	Nom Eteng	254	322.400	0,38	122.512	1,5
18	Ekop C	136	302.050	0,57	172.168	2,2
19	Mbonda	201	313.800	0,74	232.212	2,9
20	Akela	030	257.550	0,67	172.558	2,2
21	Esombi	164	243.750	0,41	99.037	1,2
22	Doussie	-	217.900	0,78	169.962	2,2
23	Atui	076	207.200	0,38	78.736	1,0
24	Aseng	066	234.100	0,15	35.115	0,5
25	Elo Lom	149	221.350	0,51	112.888	1,4
			12.290.400		7.892.612	100,0

densité moyenne pondérée : 0,64

Comme dans le cas de l'hypothèse I, ces mélanges sont constitués des 10 meilleures ou des 10 plus mauvaises essences pour chacune des caractéristiques considérées. Il s'agit de 10 essences retenues parmi les 82 essences sélectionnées sur les 121 essences testées (39 essences écartées comme indésirables).

Pour ces mélanges à caractère expérimental, les essences sont retenues en quantités égales.

Un certain nombre d'essences peut figurer à la fois dans les mélanges spécifiques de l'hypothèse II et dans les mélanges correspondants de l'hypothèse I, mais on ne rencontre pas deux mélanges identiques comme cela avait été le cas pour le mélange "facile", sauf pour le mélange "longueur de rupture élevée".

La composition exacte de ces mélanges a été donnée au tableau n° 321.

322.1 Cuisson des bois

Les résultats suivants ont été obtenus :

Mélange	Rendement:	Rendement:	Indice	NaOH restant dans	D. P.	Photovolt
(Hypothèse II)	en pâte	en pâte	MnO ⁴ K	L. N. g/l.		pâte écrue
	brute %	classée %				
Représentatif	45,2	44,7	21,4	7,0	910	19
Long. rupture élevée	47,9	47,7	18,9	6,4	940	22,5
Long. rupture faible	44,2	43,3	22	8,0	820	15
Déchirure élevée	45,6	44,8	21,2	4,6	940	18
Déchirure faible	48,0	47,3	23,6	5,6	930	20

Dans leur ensemble, les caractéristiques de chaque mélange sont légèrement améliorées par rapport aux caractéristiques des mélanges correspondants de l'hypothèse I.

Les écarts observés entre les différents mélanges de l'hypothèse II sont plus réduits. Il est donc probable que dans l'hypothèse II, les pâtes retenues seront un peu plus homogènes.

Il faut noter que le rendement en pâte écrue du mélange représentatif est proche de 45 %. Cette valeur n'atteint pas cependant celle des bonnes pâtes de feuillus, de l'ordre de 50 %.

322.2 Blanchiment des pâtes

Les pâtes ont été blanchies soit en 4 phases dont deux d'hypochlorite, soit en 5 phases dont deux de bioxyde de chlore. Les modes opératoires sont les mêmes qu'en 311.4.

Les résultats suivants ont été obtenus :

322.21 Blanchiment en 4 phases

Mélanges (Hypothèse II)	Cl total (1) %	NaOH total %	Photovolt	Stabilité %	Indice de cuivre	D. P.	Rendement pâte blanchie clas- sée/ bois sec %
Représentatif	6,7	2,1	77	84	0,5	640	41,7
Long. rupture élevée	6,9	2,2	78	85	0,5	650	44,4
Long. rupture faible	7,9	2,3	76	84	0,5	590	40,0
Déchirure élevée	6,6	2,0	78	85	0,6	730	41,8
Déchirure faible	8,3	2,5	79	85	0,6	680	42,3

(1) : Cl + ClONa en chlore actif

322.22 Blanchiment en 5 phases

Mélanges (Hypothèse II)	Cl total (1) %	ClO ² total %	NaOH total %	H ² O ² total %	Photovolt	Stabilité %	Indice de cuivre	D. P.
Représentatif	5,2	2,0	2,3	1,1	90	89	0,4	810
Long. rupture élevée	4,4	2,2	2,6	1,0	90	89	0,3	760
Long. rupture faible	5,1	2,1	3,0	1,1	90,5	89	0,4	730
Déchirure élevée	4,4	2,1	2,8	1,0	90,5	89	0,4	820
Déchirure faible	4,7	2,2	2,7	1,0	90	89	0,4	820

(1) : à la chloration

(Rendements en pâte semblables à ceux des blanchiments en 4 phases)

322.23 Analyse des résultats de blanchiment

Il n'y a pas de remarques à formuler mises à part les quelques observations générales faites précédemment.

Les écarts entre les quantités de réactifs consommés par les différentes pâtes sont faibles.

Les rendements en pâte blanchie sont un peu plus élevés que pour les mélanges correspondants de l'hypothèse I. Ils restent toutefois inférieurs à ceux des meilleures pâtes de feuillus.

322.3 Caractéristiques des papiers

Les pâtes écruës et blanchies ont été raffinées au Jokro et au Bauer, tirées en formettes de papier de 60 g/m² et analysées. Les résultats suivants ont été obtenus :

322.31 Pâtes écruës - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 322.31 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR.

Mélanges (Hypothèse II)	Longueur: rupture	Eclate- ment	Déchi- rure	Plis T = 1 kg.	Allonge- ment %	Porosité	Main	Durée de raffinage (minutes)
Représentatif	7200	45	110	100	2,7	15	1,50	30
Long. rupture élevée	9100	63	88	500	3,3	1,5	1,30	20
Long. rupture faible	6200	30	100	30	2,1	30	1,60	26
Déchirure élevée	6500	42	133	90	2,4	25	1,55	33
Déchirure faible	7700	46	75	110	2,8	4	1,35	15

322.32 Pâtes blanchies en 5 stades - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 322.32 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR

Mélanges (Hypothèse II)	Longueur de rupture	Eclate- ment	Déchi- rure	Plis T = 1 kg.	Allonge- ment %	Poro- sité	Main:	Opacité:	Durée de raffi- nage (min.)
Représentatif	6800	40	115	80	2,6	12	1,40	63	40
Long. rupture élevée	9000	57	82	500	3,7	1,5	1,30	64	25
Long. rupture faible	5500	30	94	15	2,2	18	1,55	63	33
Déchirure élevée	6200	38	130	70	2,5	20	1,45	62	45
Déchirure faible	7500	47	79	110	3,2	2	1,25	64	20

322.33 Analyse des résultats relatifs aux caractéristiques des pâtes

Les mélanges spécifiques de l'hypothèse II, comme ceux de l'hypothèse I, ont donné des résultats conformes aux prévisions, c'est-à-dire que le mélange à longueur de rupture élevée a effectivement donné la plus grande longueur de rupture, le mélange à déchirure faible la plus faible déchirure, etc..

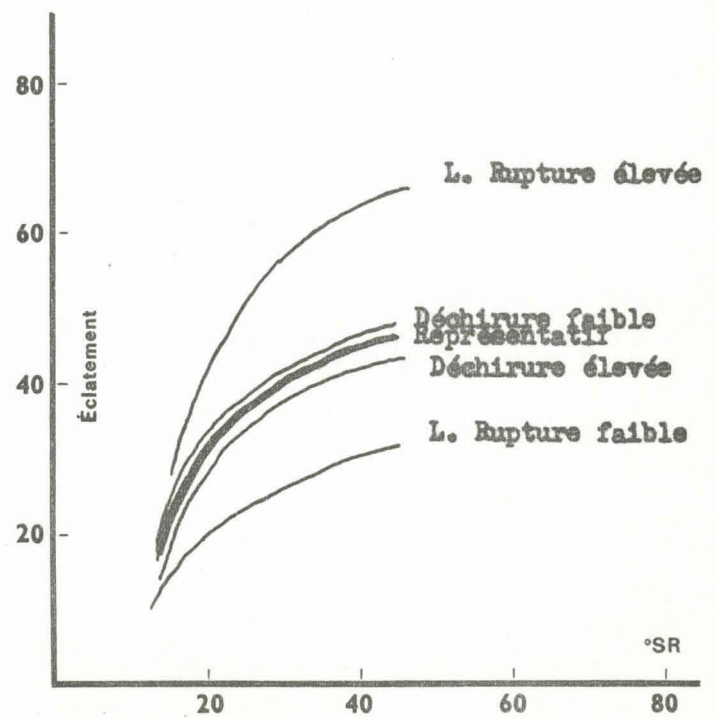
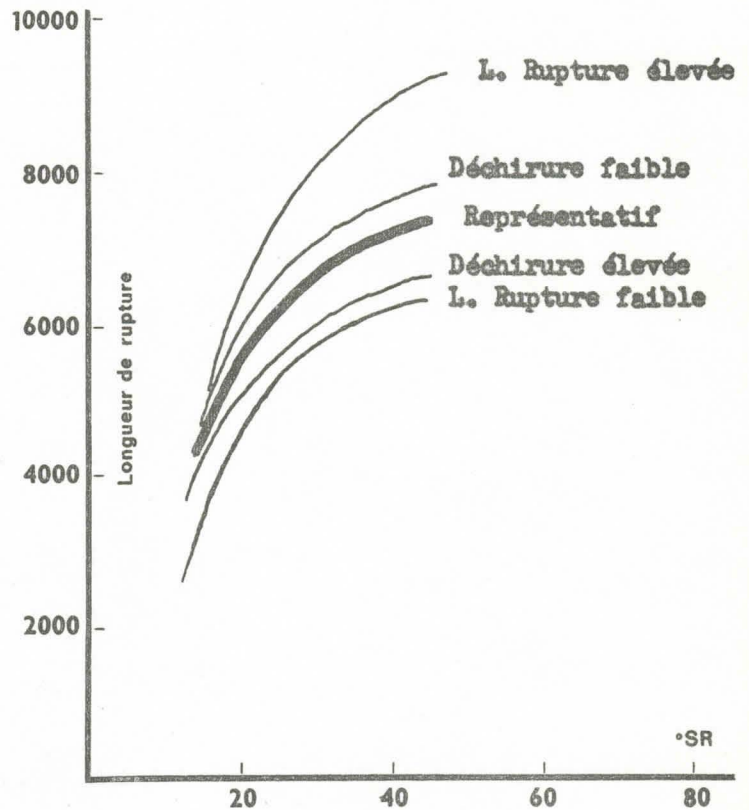
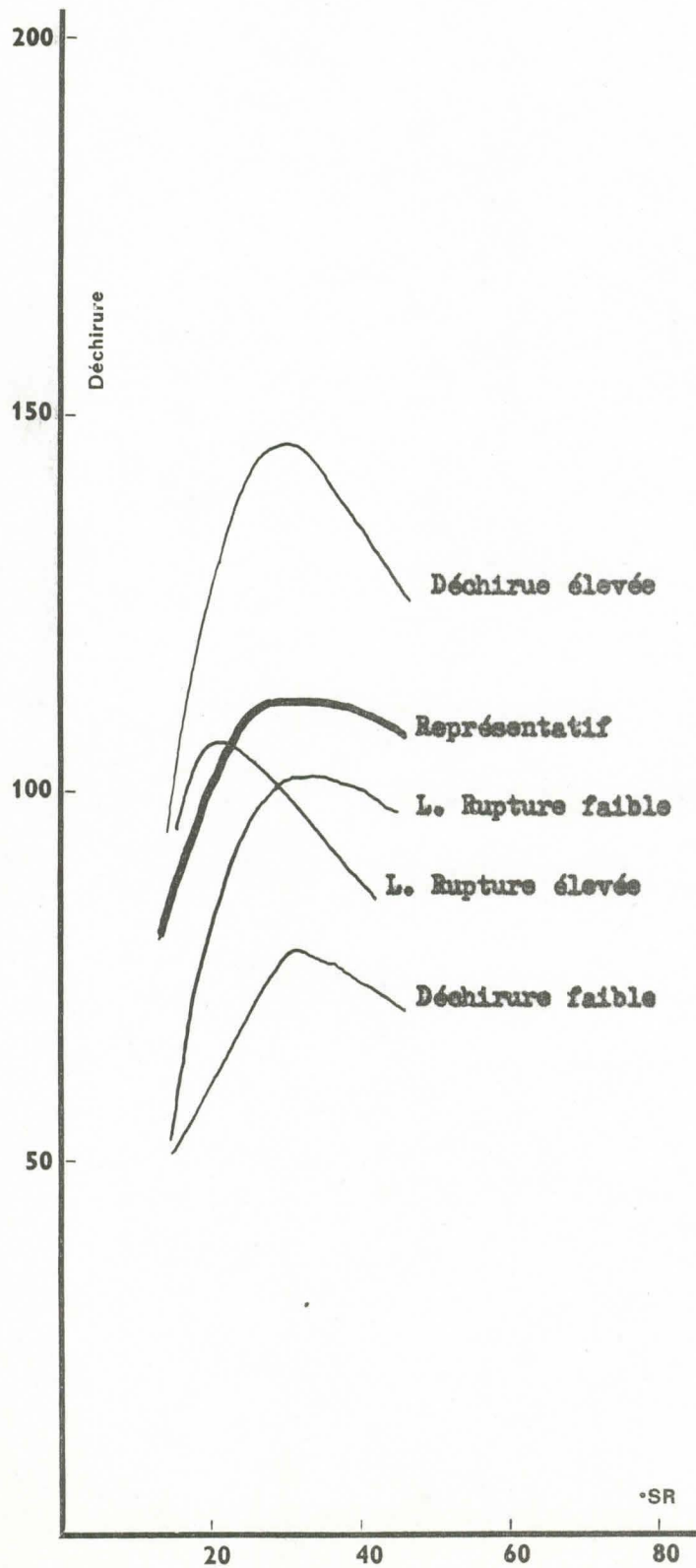
A l'état écru, le mélange "représentatif" de l'hypothèse II est un peu plus résistant que celui de l'hypothèse I en longueur de rupture, éclatement, plis, et un peu moins en déchirure.

A l'état blanchi, on n'observe pas la même correspondance et le mélange représentatif de l'hypothèse II présente des caractéristiques un peu moins favorables. Toutefois ce phénomène n'est pas confirmé dans le cas du raffinage Bauer (résultats non reproduits dans ce rapport) ce qui permet de supposer que les chiffres enregistrés dans ce cas particulier avec le raffineur Jokro sont peut-être un peu faibles.

De toute façon, les caractéristiques obtenues pour le mélange représentatif de l'hypothèse II sont satisfaisants, en particulier pour la résistance à la déchirure. On peut semble-t-il situer cette pâte à un niveau de qualité légèrement supérieur à celui de la pâte de Hêtre.

En ce qui concerne les mélanges spécifiques, on peut faire les mêmes remarques que pour les mélanges correspondants de l'hypothèse I, et on se reportera pour cela au paragraphe 312.33.

La remarque générale que l'on peut faire au sujet de l'hypothèse II est que la sélection des essences ne modifie pas d'une façon très sensible les caractéristiques mécaniques des pâtes. La sélection des essences n'offre donc un léger avantage qu'en ce qui concerne la cuisson des bois; encore faut-il admettre que cet avantage est limité puisque même dans ce cas les résultats sont relativement peu différents de ceux de l'hypothèse I.

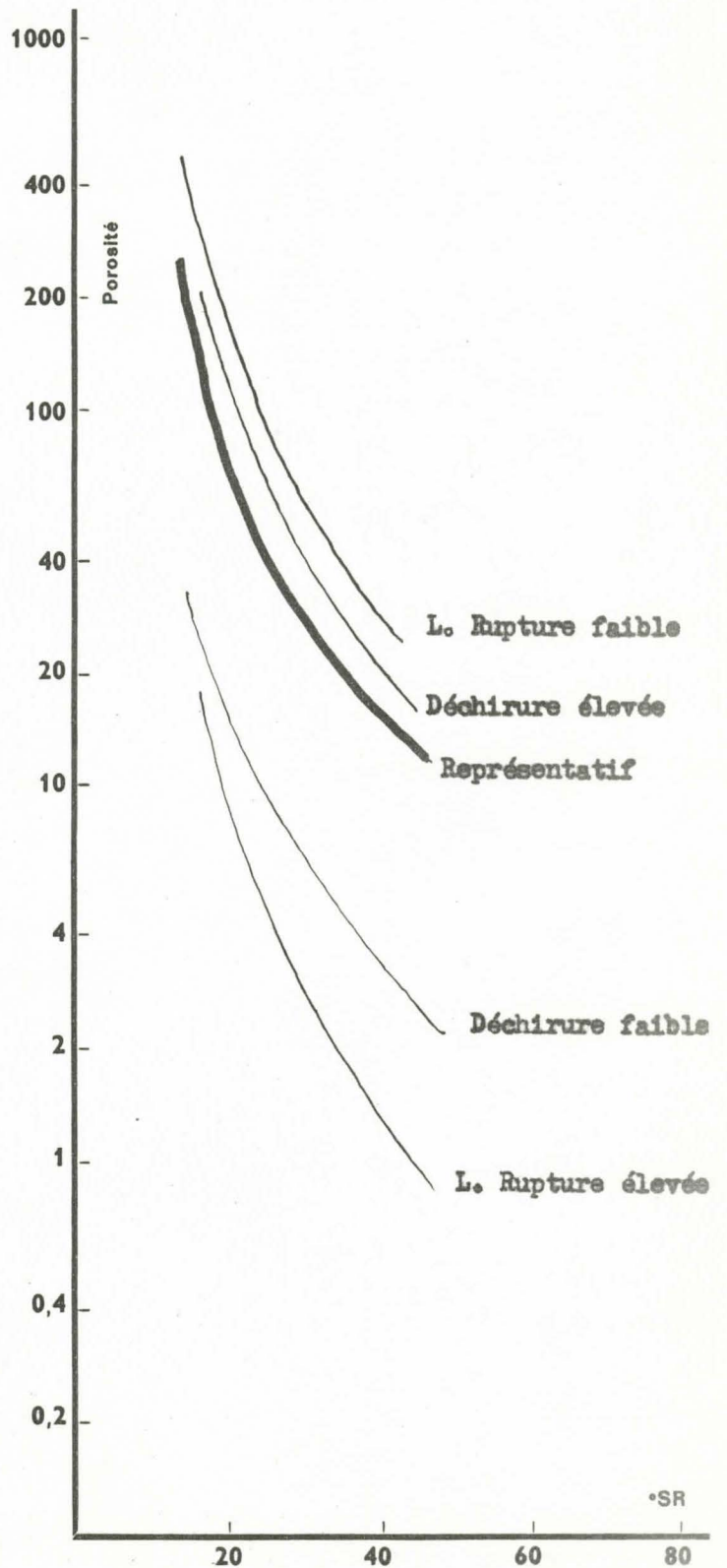
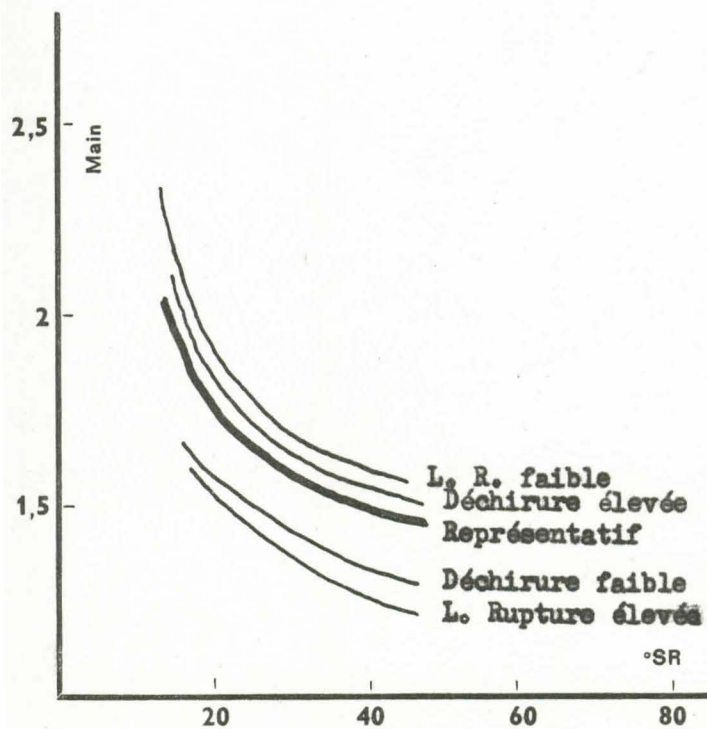
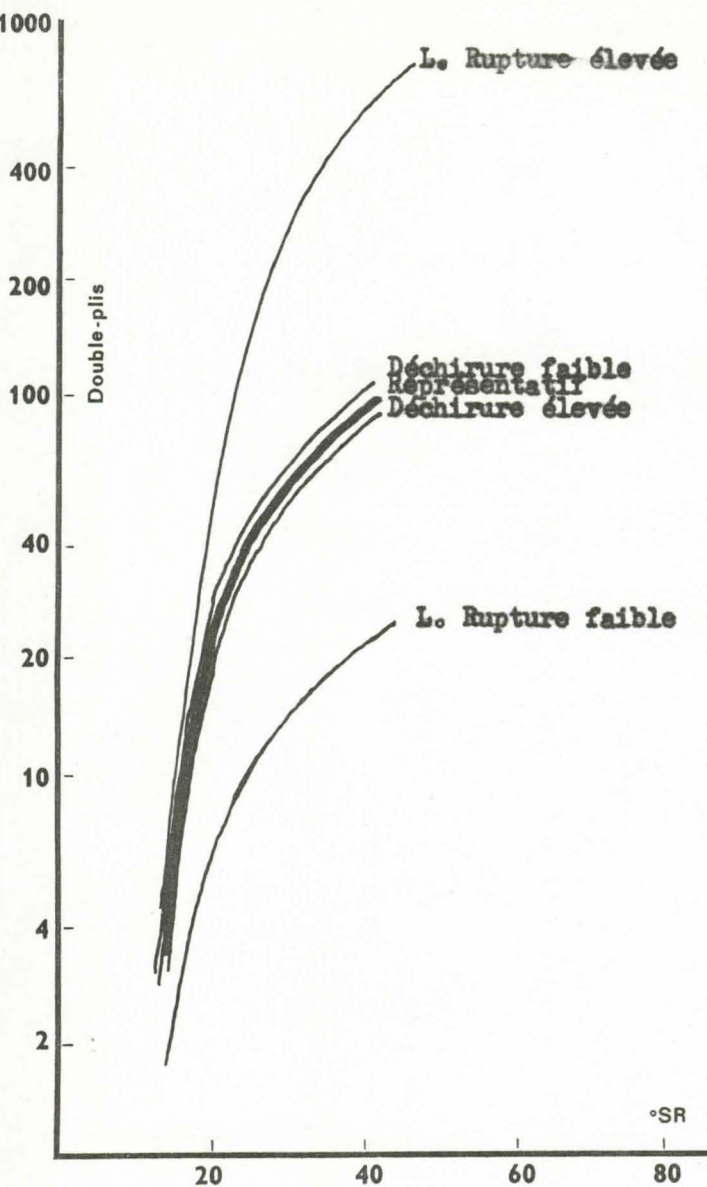


Hypothèse II

Mélange représentatif et mélanges spécifiques

Pâtes écruées - Raffinage Jokro

Graphique 322.31 B

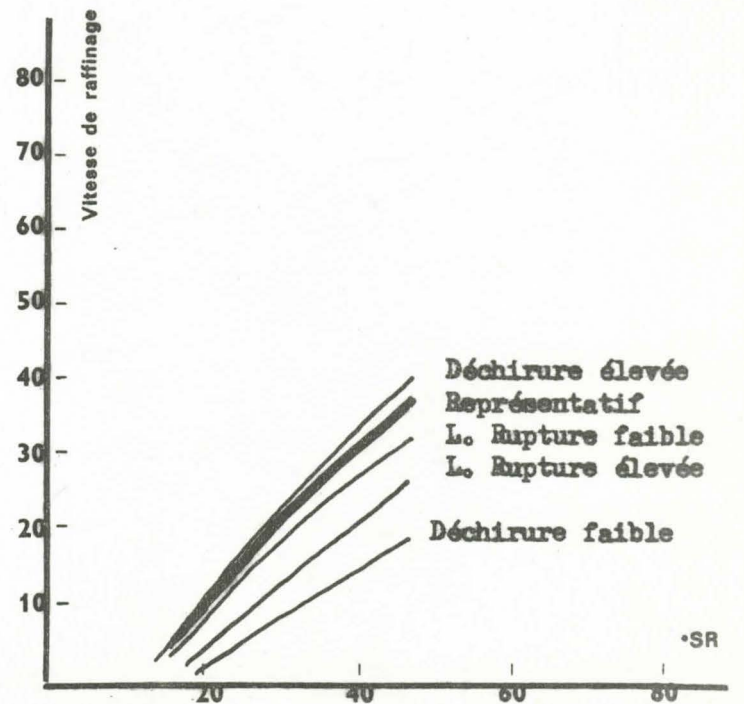
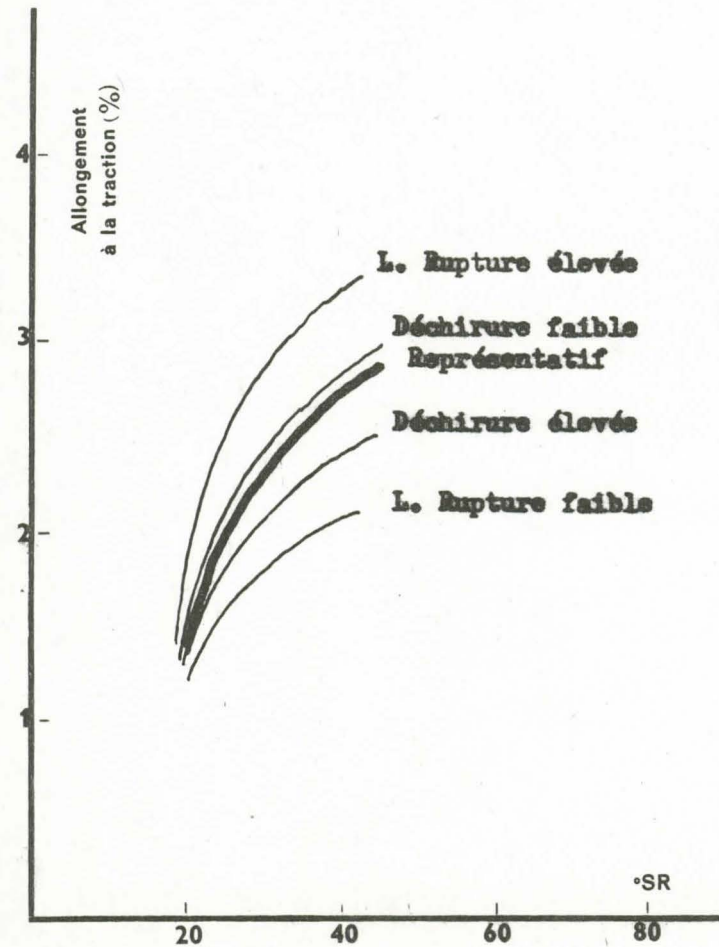
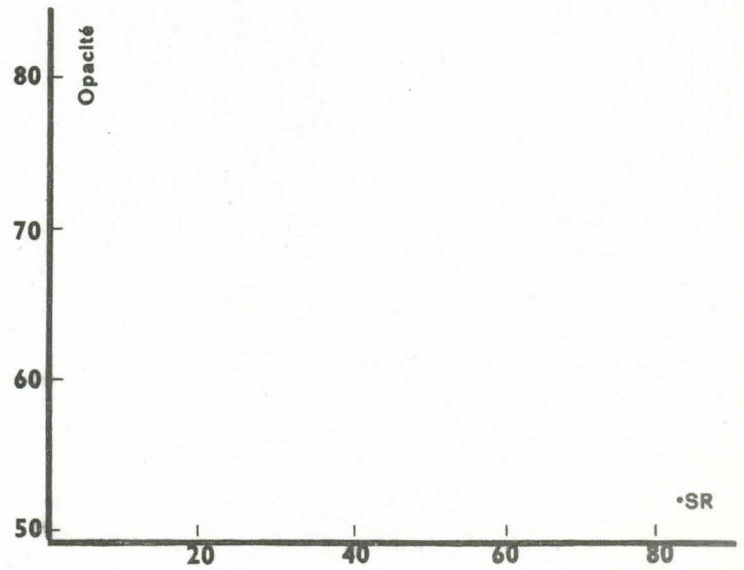
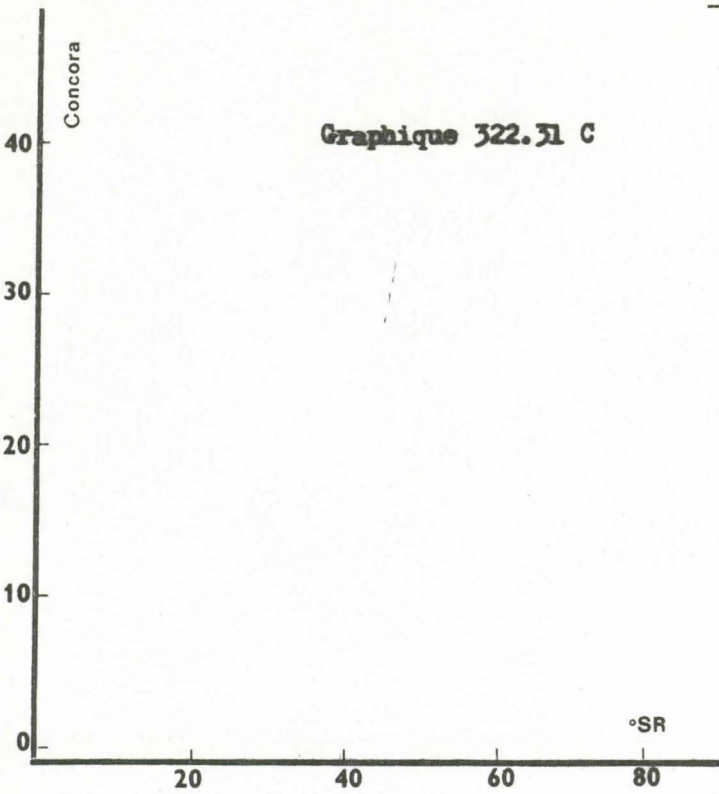


Hypothèse II

Mélange représentatif et mélanges spécifiques

Pâtes écorées + Raffinage Jokro

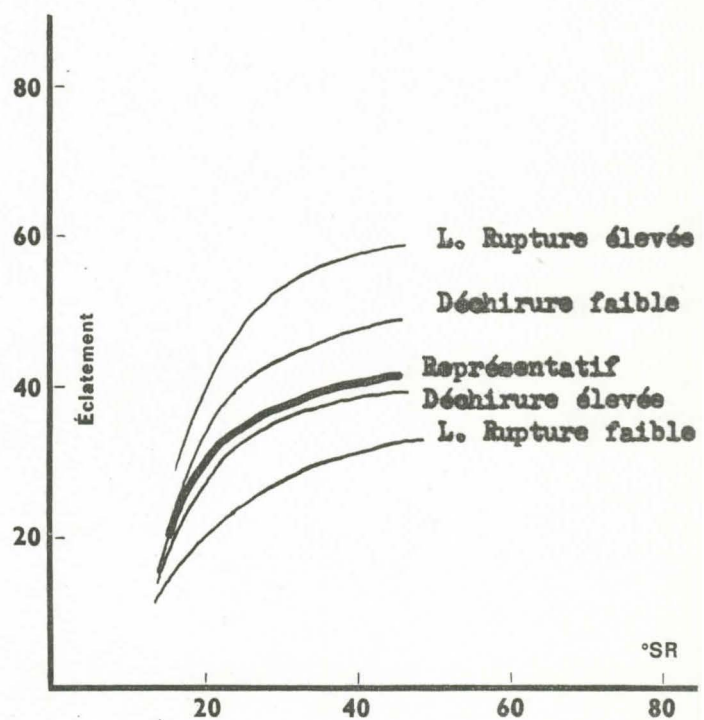
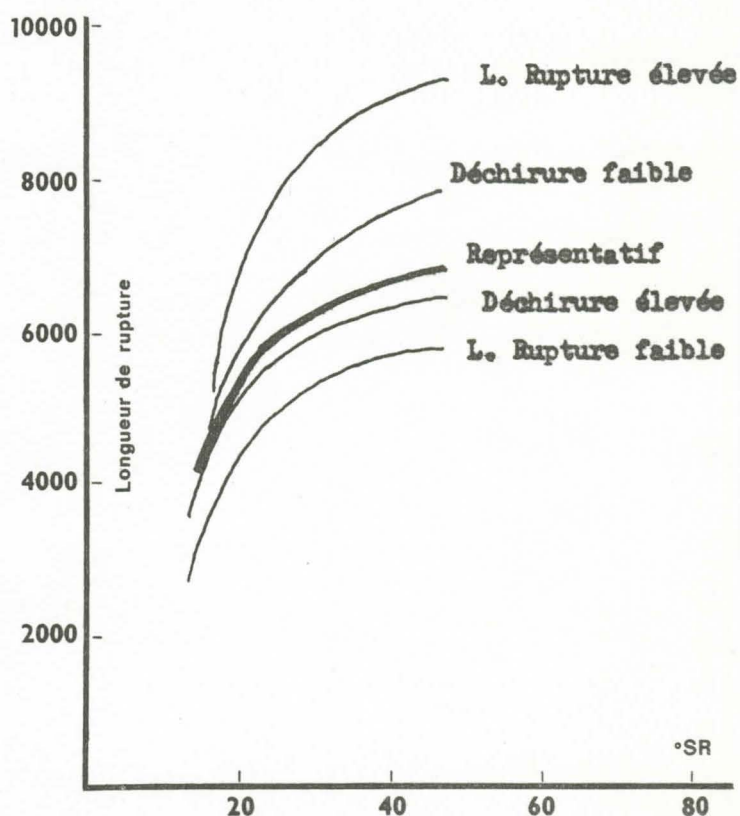
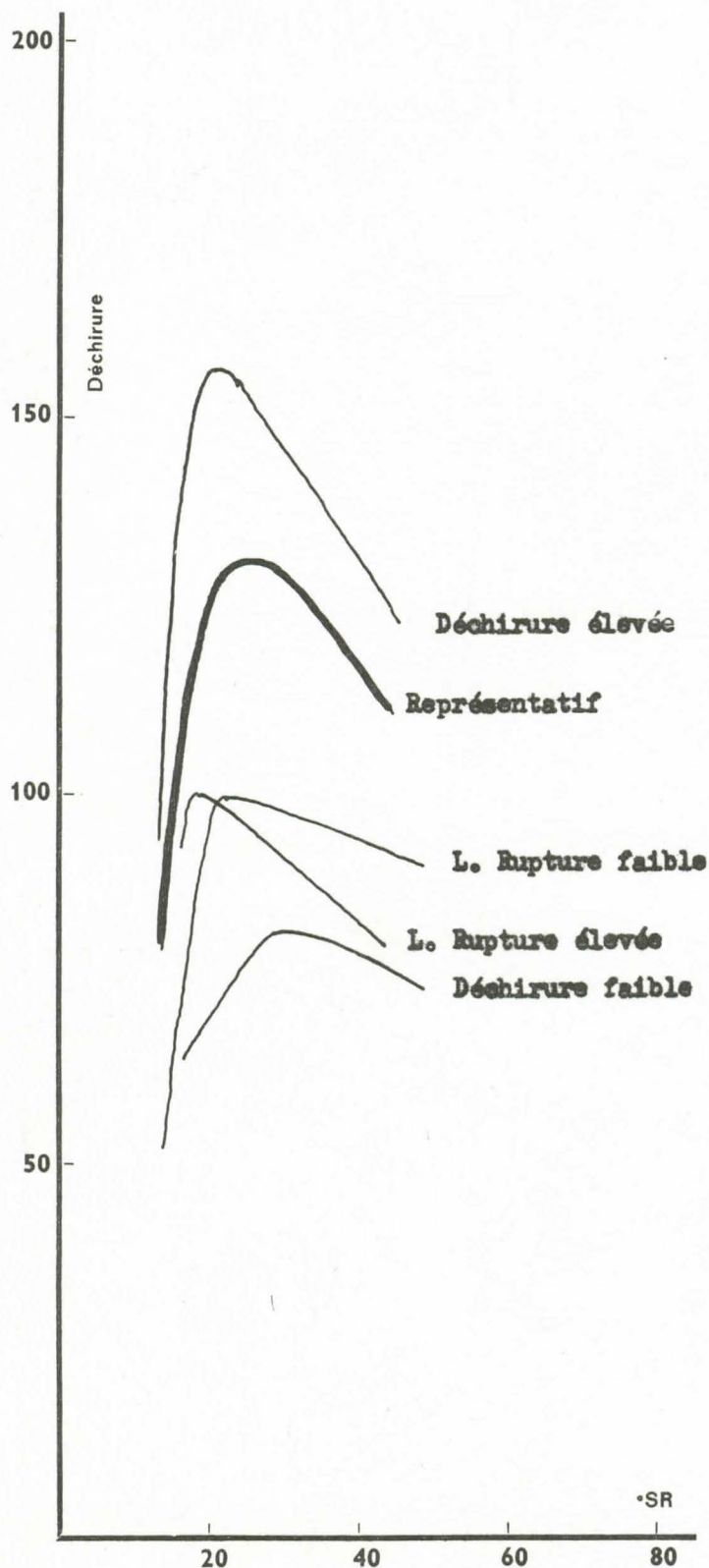
Graphique 322.31 C



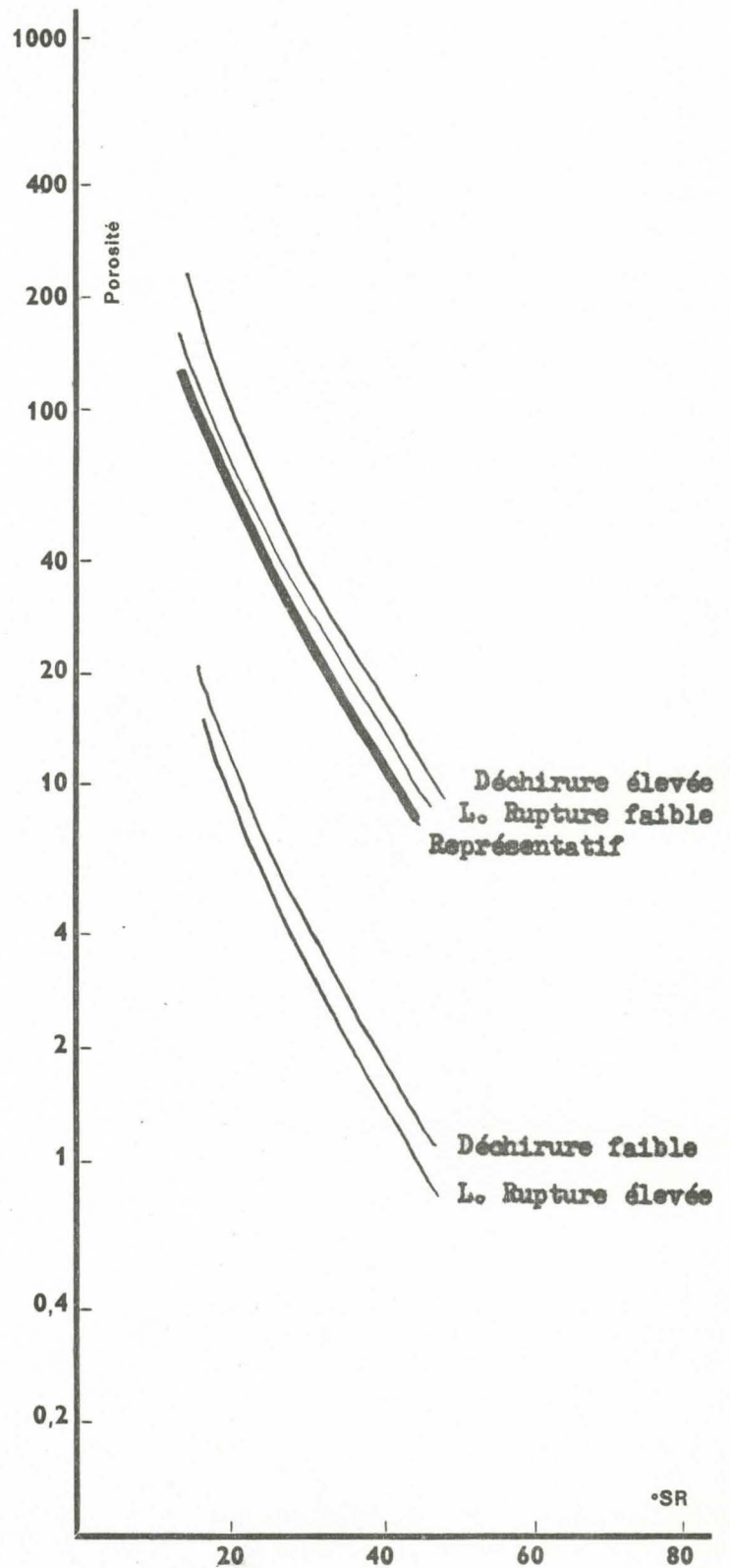
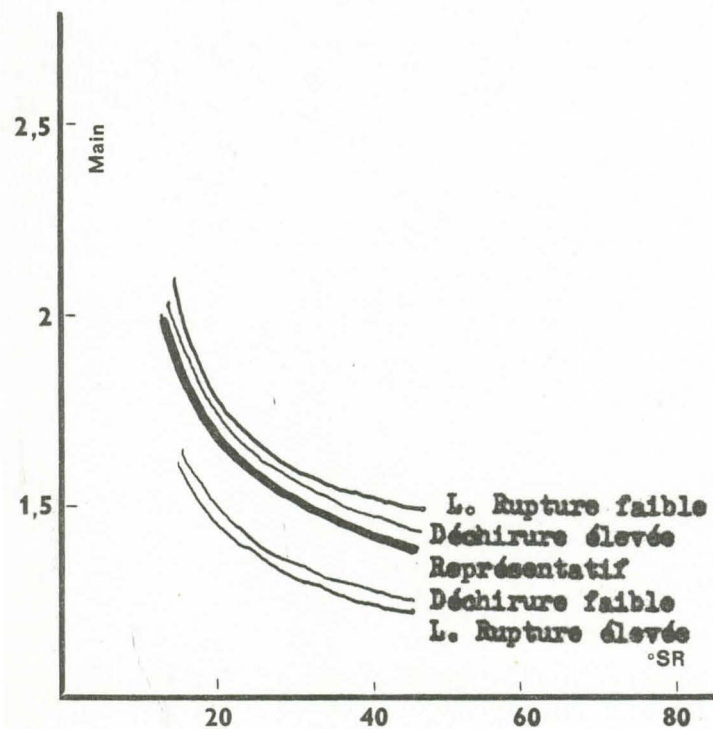
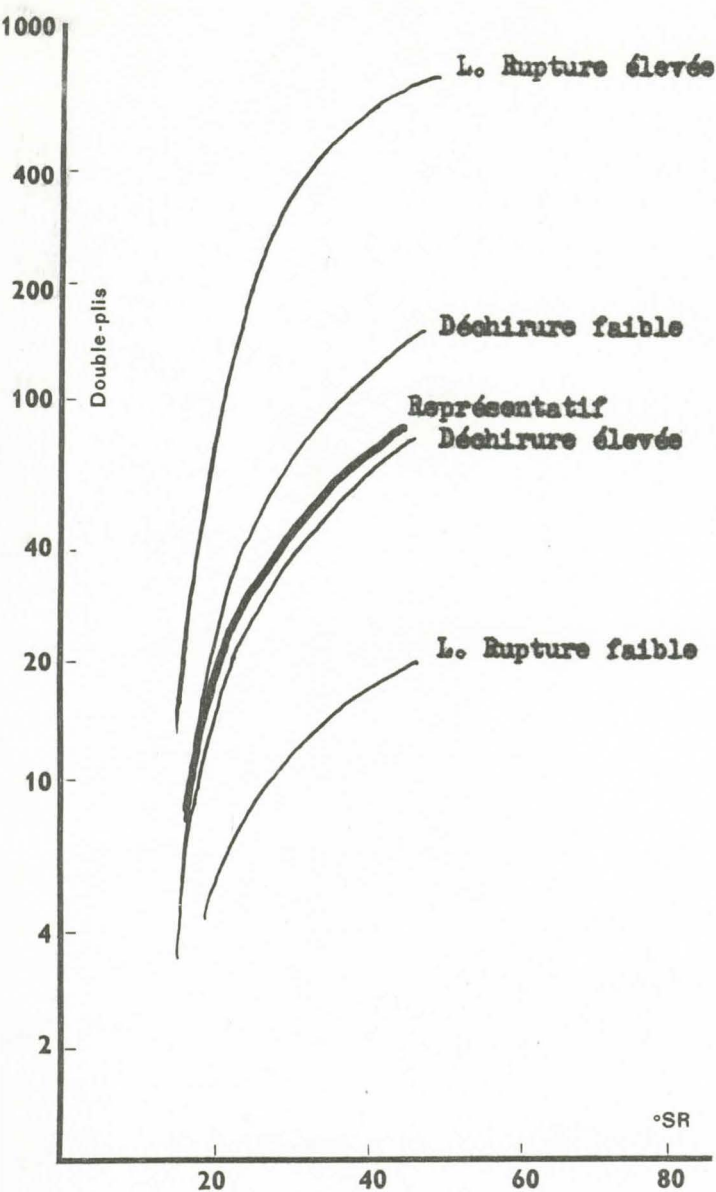
Bois du Cameroun
Hypothèse II
Mélange représentatif et mélanges spécifiques
Pâtes blanches C10² - Raffinage Jokro

- 90 -

Graphique 322.32 A



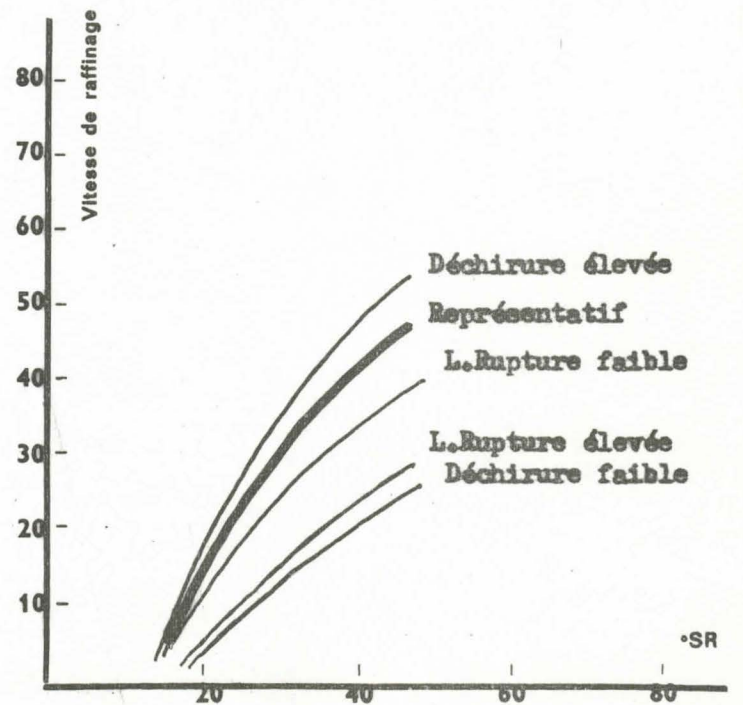
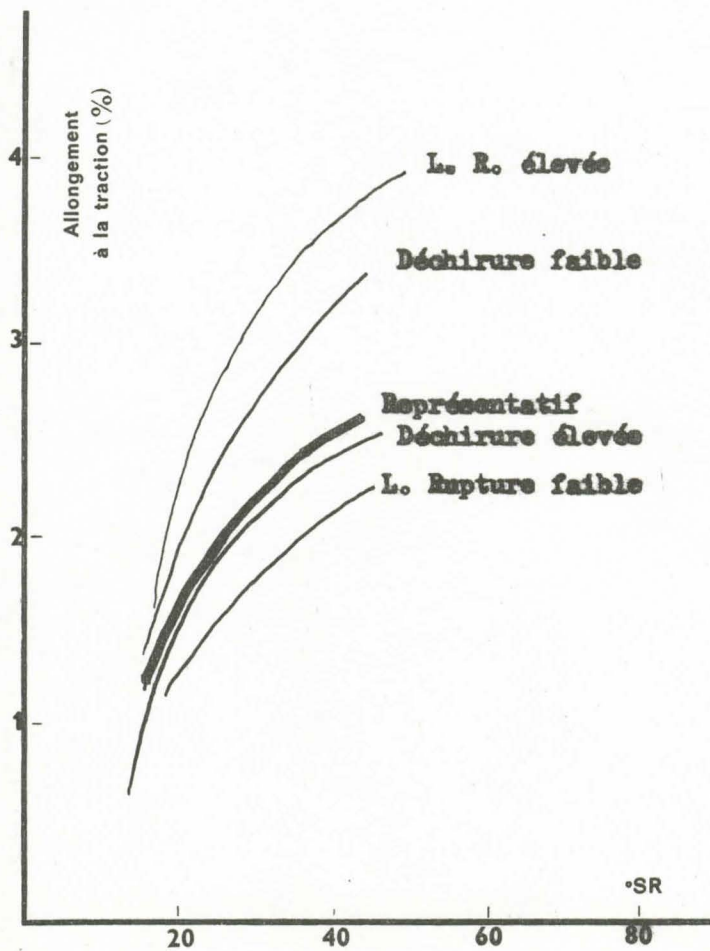
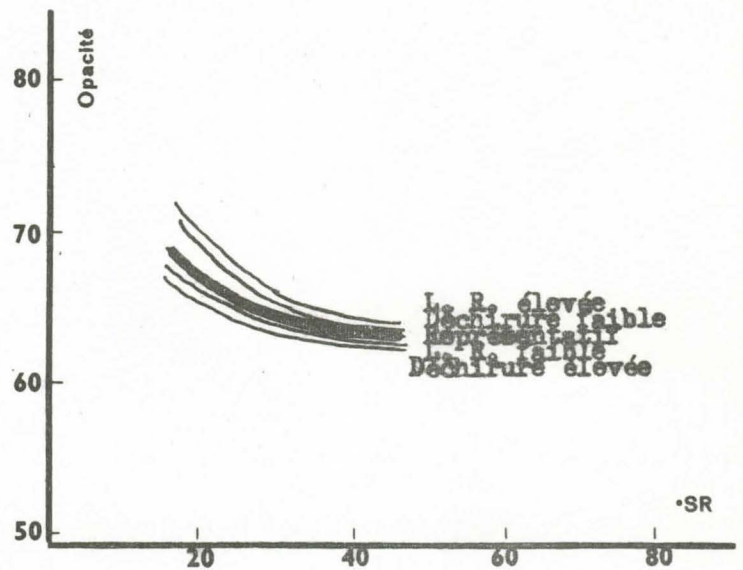
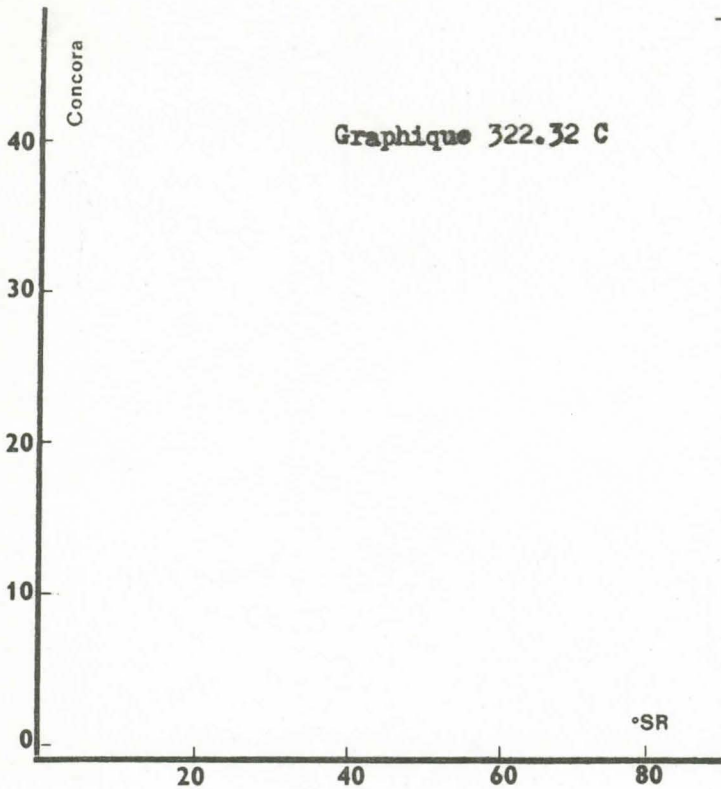
Graphique 322.32 B



Mélange représentatif et mélanges spécifiques

Pâtes blanchies ClO_2 - Raffinage Jokro

Graphique 322.32 C



323 Potentiel de la forêt dans le cas de l'hypothèse II

Dans le cadre de l'hypothèse II, c'est-à-dire en supposant une sélection des essences en forêt et en abandonnant les essences indésirables, la quantité de bois disponible sur les 100.000 Ha inventoriés s'établit comme suit :

Volume utile de bois papetier (toutes essences)	41.282.050 m ³
Pourcentage en volume d'essences sélectionnées (1)	60,6 %
Densité moyenne pondérée des bois secs retenus	0,64
% écorce + pertes diverses	10 %
Rendement pâte blanchie/bois sec	41,7 %
Tonnage théorique pâte blanchie	6.027.180 T.

Le tableau suivant donne la durée d'approvisionnement d'une usine en fonction de sa capacité de production.

: Capacité de l'usine	: Durée d'approvisionnement :
: -----	: -----
: 100.000 T/an	: 60 ans
: 150.000 "	: 40 "
: 200.000 "	: 30 "
: 250.000 "	: 24 "
: 300.000 "	: 20 "
: -----	: -----

Il apparaît que même dans le cas d'une sélection des bois, les données d'approvisionnement restent favorables d'autant plus que des ressources en bois sont également disponibles en dehors de la zone de 100.000 Ha inventoriée.

(1) : Extrapolation à l'ensemble des bois, des résultats obtenus avec les 40 principales essences.

33 HYPOTHESE III - ELIMINATION DES INDESIRABLES ET REGROUPEMENT DES ESSENCES RESTANTES EN DEUX CATEGORIES D'APRES LA LONGUEUR DES FIBRES

Dans cette hypothèse, on laisse en forêt ou on brûle les essences indésirables, puis on fractionne les essences restantes en deux catégories en groupant ensemble d'une part les bois possédant les fibres les plus longues, d'autre part les bois possédant les fibres les plus courtes. On constitue ainsi deux catégories de bois plus homogènes que les précédentes.

Les variations de composition possible de ces catégories de bois étant faibles, on n'a pas pris en considération d'autres mélanges que les deux mélanges représentatifs résultant de cette hypothèse.

331 Traitement des deux mélanges définis dans l'hypothèse III

331.1 Composition des mélanges représentatifs

Les compositions des deux mélanges représentatifs sont donnés au tableau n° 331.

On a retenu parmi les 25 essences de l'hypothèse II, d'une part ceux dont la longueur des fibres était inférieure à 1,5 mm, d'autre part ceux dont la longueur était supérieure à 1,5 mm.

Les groupes ainsi constitués ont été appelés "groupe A" et "groupe B" ou encore "bois à fibres courtes" et "bois à fibres longues".

Le groupe A comprend 10 essences et correspond à un peu moins de 20 % du volume total disponible en forêt.

Le groupe B comprend 15 essences et correspond à plus de 20 % du volume total disponible en forêt.

L'ensemble groupe A + groupe B correspond à l'hypothèse II, c'est-à-dire à 40 % du volume total de bois.

Les densités sèches moyennes des bois sont les suivantes :

Fibres courtes : 0, 61

Fibres longues : 0, 69

Les caractéristiques moyennes des fibres sont les suivantes :

TABLEAU N° 331

Répartition en deux groupes de 25 essences sélectionnées
parmi les 40 essences les plus abondantes

Groupe A

Fibres dont la longueur
est inférieure ou égale
à 1,5 mm

Essence	Tonnage
Eteng	496.825
Nom Okekela	659.736
Emien	594.100
Osang Mevini	750.795
Doussie	169.962
Akom	187.565
Osang	320.251
Nom Elem	222.642
Atui	78.736
Aseng	35.115
	<hr/>
	3.515.727

$$\frac{A}{A + B} \% = 43 \%$$

Groupe B

Fibres dont la longueur
est supérieure à 1,5 mm

Essence	Tonnage
Mbangbazoa	886.200
Akurna	289.239
Edip Mbazoa	402.960
Ekop Nganga	426.822
Bidu	364.607
Akendeng	272.888
Etambaye	313.511
Elem	386.982
Olombang	281.808
Nom Eteng	122.512
Ekop C	172.168
Mbonda	232.212
Akela	172.558
Esombi	99.931
Elo Lom	112.888
	<hr/>

4.537.286

$$\frac{B}{A + B} \% = 57 \%$$

		Fibres courtes	Fibres longues
Longueur des fibres (L)	:	1370 \pm 280	1860 \pm 650
Largeur des fibres (l)	:	20,7 \pm 4	24,5 \pm 6
Largeur des cavités (C)	:	11,7 \pm 4	14,2 \pm 7
Epaisseur des parois (2p)	:	9,2 \pm 2	10,8 \pm 4
Coefficient de souplesse (C/l %)	:	50 \pm 12	55 \pm 19
Pouvoir feutrant (L/l)	:	66	76

331.2 Cuisson des bois

La cuisson est la même que celle qui a été définie précédemment, c'est-à-dire 22 % de soude, 2h30 à 170°.

Les résultats suivants ont été obtenus :

Mélange	Rendement	Rendement	Indice	NaOH	D. P.	Photovolt
(Hypothèse III)	en pâte	en pâte	MnO ⁴ K	restant dans L. N.	N.	pâte
	brute %	classée %		g/l.		écru
Fibres courtes	45,7	45,4	21	7,4	840	20
Fibres longues	44,8	44,1	20,6	6,8	870	18,5

Les résultats, très voisins pour les deux mélanges, sont également proches de ceux du mélange représentatif de l'hypothèse II. Ils n'appellent pas de remarques particulières.

331.3 Blanchiment des pâtes

Les pâtes ont été blanchies soit en 4 phases dont deux d'hypochlorite, soit en cinq phases dont deux de bioxyde de chlore. Les modes opératoires sont les mêmes qu'en 311.4

Les résultats suivants ont été obtenus :

331.31 Blanchiment en 4 phases

Mélanges	Cl	NaOH	Photovolt	Stabilité	Indice	D. P.	Rendement
(Hypothèse III)	total	total		%	cuivre		pâte blanchie
	(1) %	%					classée/bois sec
Fibres courtes	6,7	1,9	78	86	0,5	700	42,3
Fibres longues	6,6	1,9	76	83	0,5	660	42,1

(1) : Cl + ClO₂Na en chlore actif

331.32 Blanchiment en 5 phases

Mélanges	Cl	ClO ²	NaOH	H ² O ²	Photovolt	Stabilité	Indice	D. P.
	total	total	total	total		%	cuivre	
(Hypothèse III)	(1) %	%	%	%				
Fibres courtes	5,0	1,9	2,2	1,1	90,5	89	0,4	750
Fibres longues	5,2	2,0	2,1	1,1	90	89	0,5	790

(1) : à la chloration

(Rendements en pâte semblables à ceux des blanchiments en 4 phases)

331.33 Analyse des résultats de blanchiment

Les résultats précédents sont semblables à ceux qui avaient été observés pour le mélange représentatif de l'hypothèse II. Ils sont favorables dans le cas d'un blanchiment en cinq phases au bioxyde de chlore.

On remarque que, comme pour la cuisson, le regroupement des bois en deux catégories n'apporte pas de modifications sensibles.

331.4 Caractéristiques des papiers

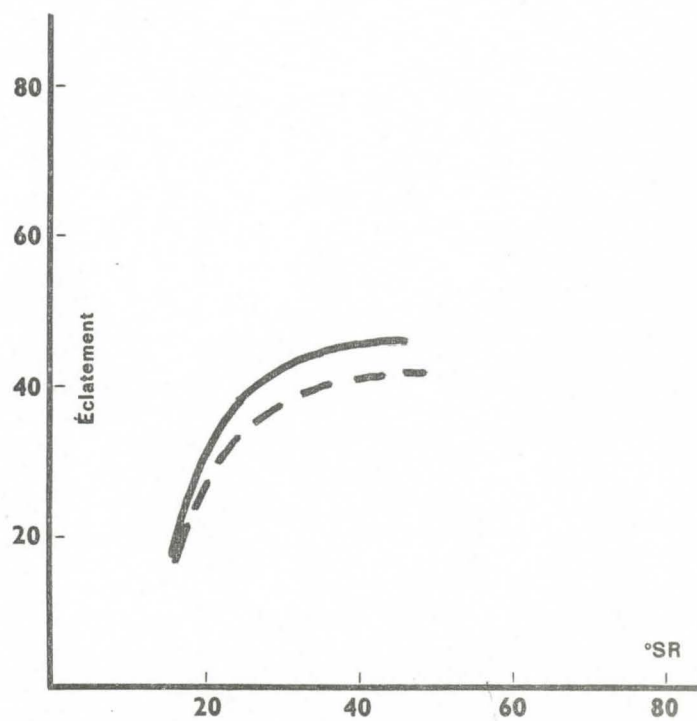
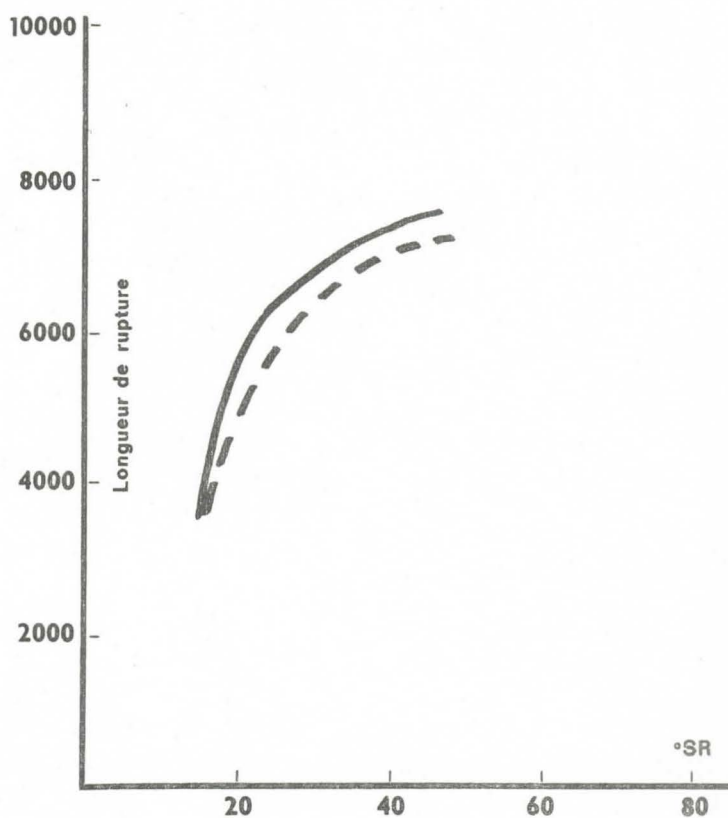
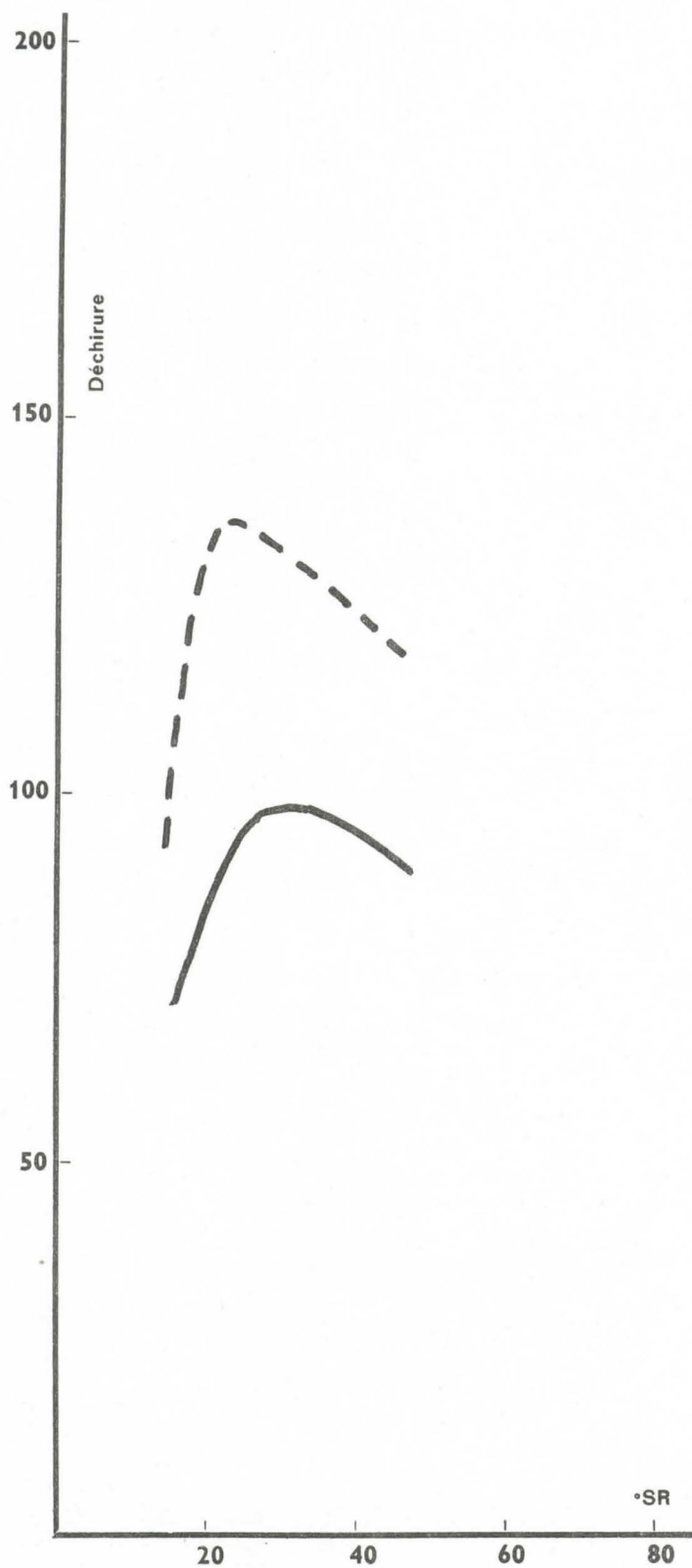
Les pâtes écrues et blanchies ont été raffinées, tirées en formettes de 60 g/m² et analysées. Les résultats suivants ont été obtenus :

331.41 Pâtes écrues - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 331.41 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR.

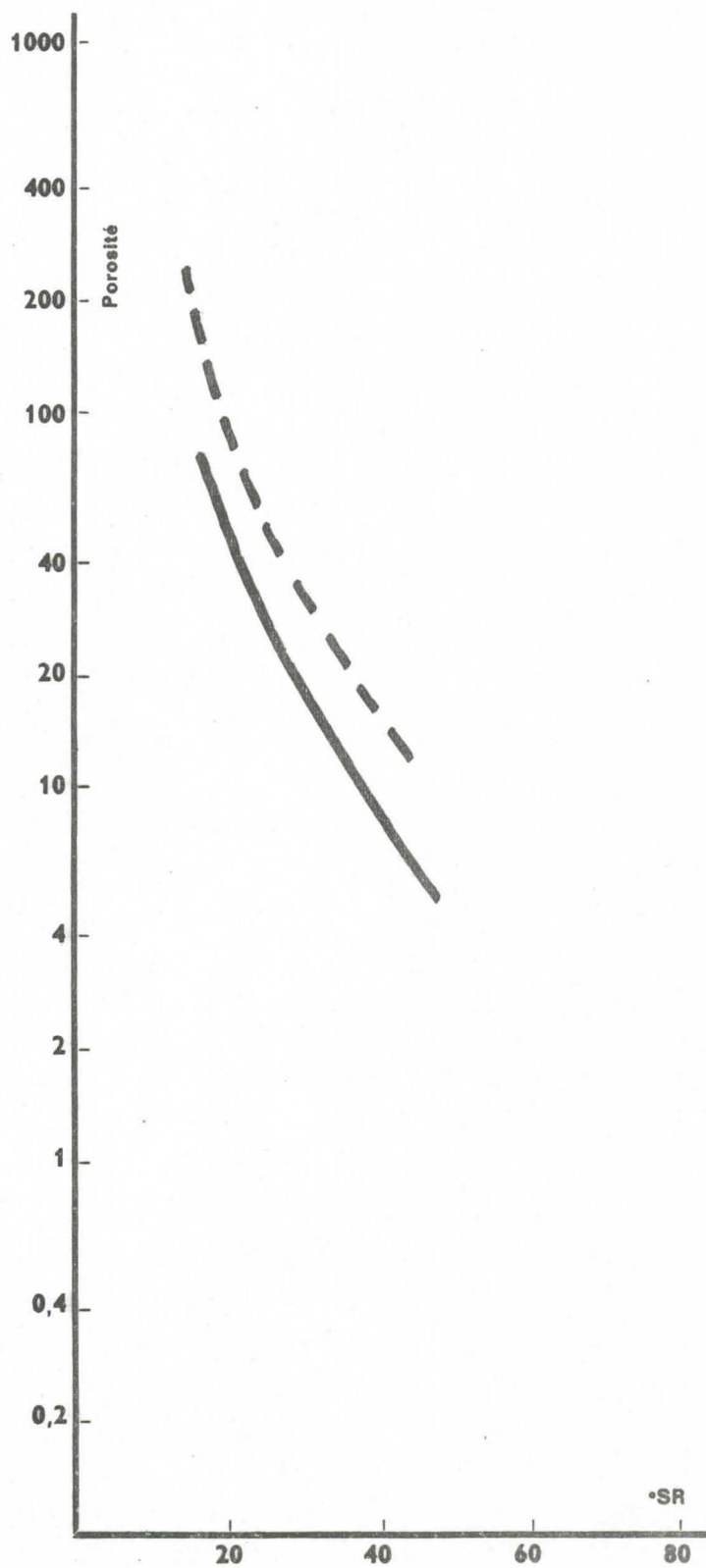
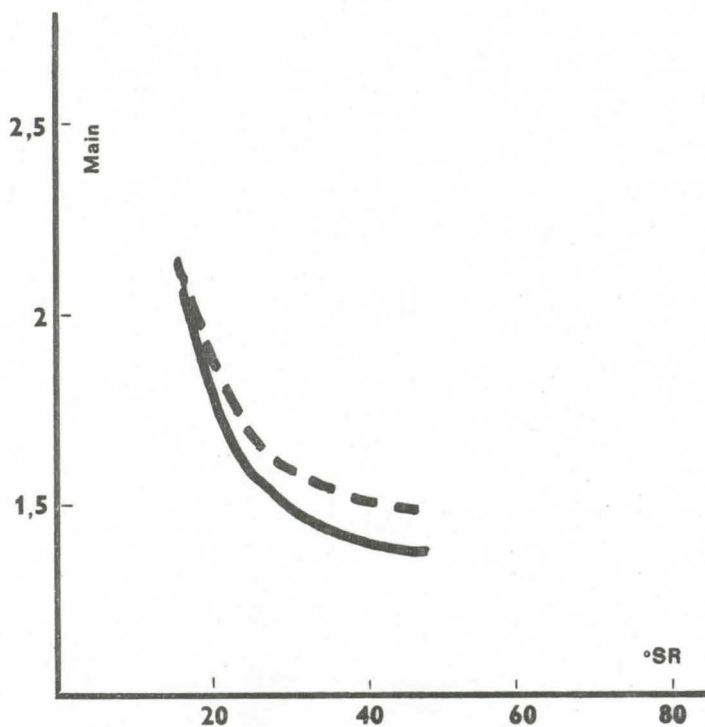
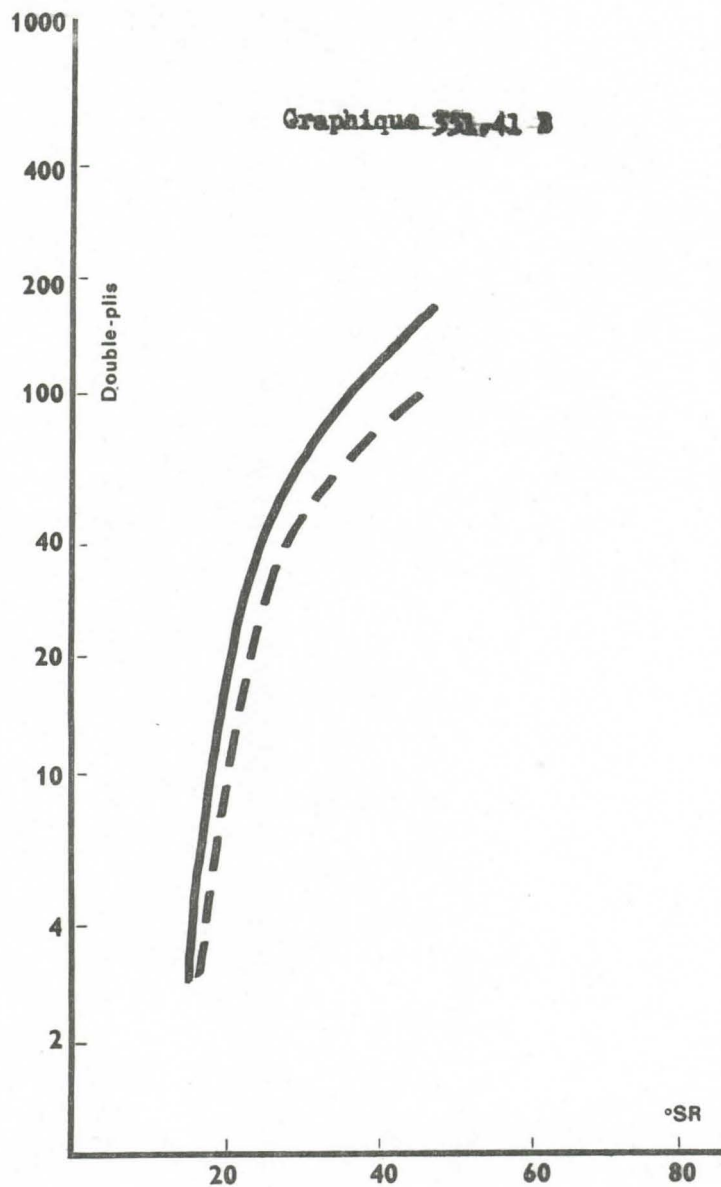
Mélanges	Longueur	Eclate-	Déchi-	Plis	Allonge-	Porosité	Main	Durée de
	rupture	ment	rure	T = 1 kg.	ment %			raffinage
(Hypothèse III)								(minutes)
Fibres courtes	7400	46	95	120	2,9	8	1,40	33
Fibres longues	7000	41	125	80	2,7	18	1,50	27

— Mélange fibres courtes
- - - Mélange fibres longues

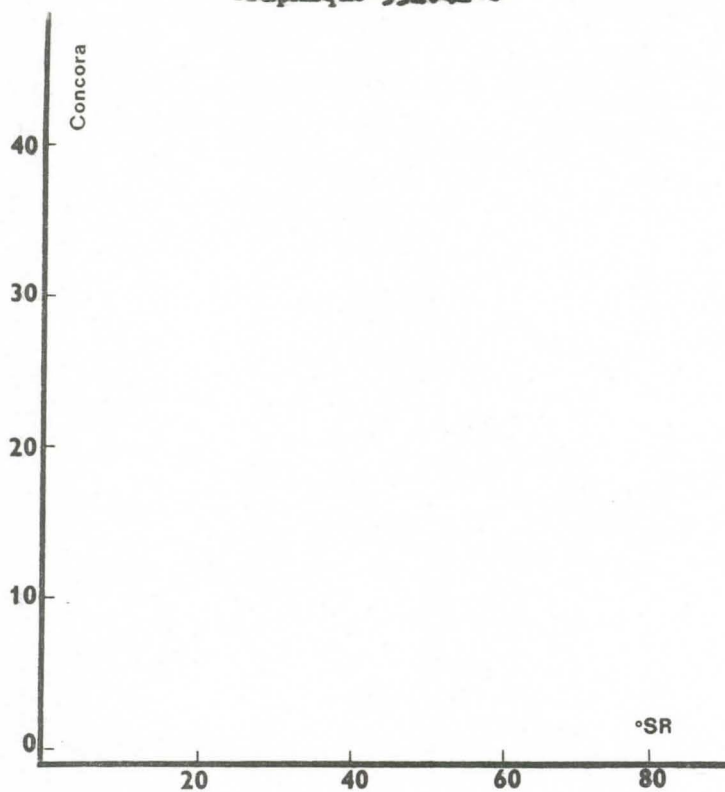


Pâtes écorues - Raffinage Jokro

— Mélange fibres courtes
- - - Mélange fibres longues



Graphique 331.41 C



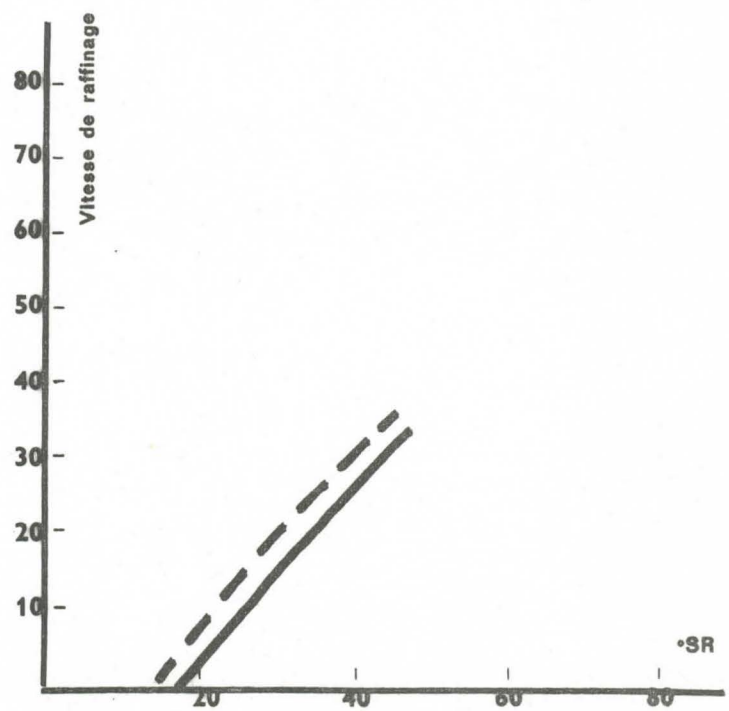
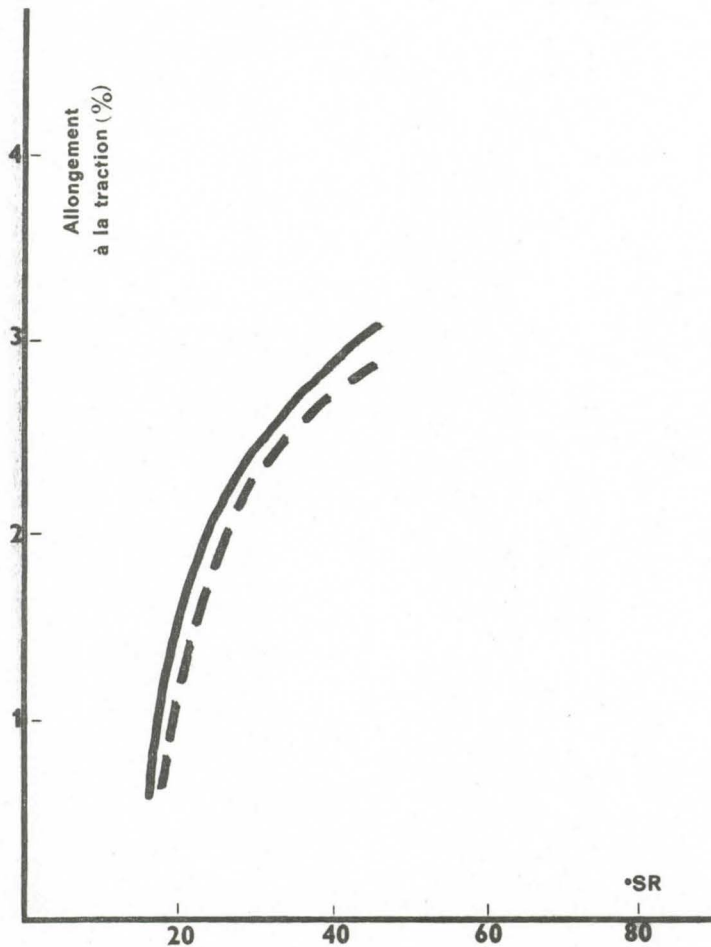
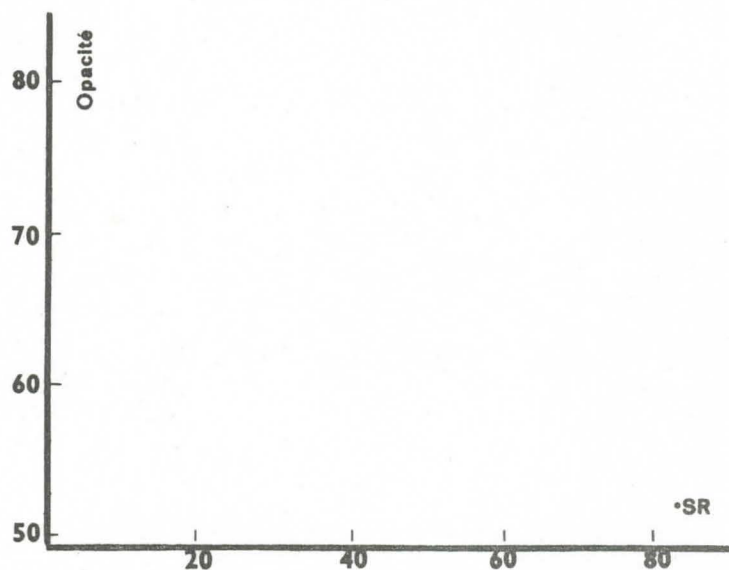
- 100 -

Bois du Cameroun

Hypothèse III

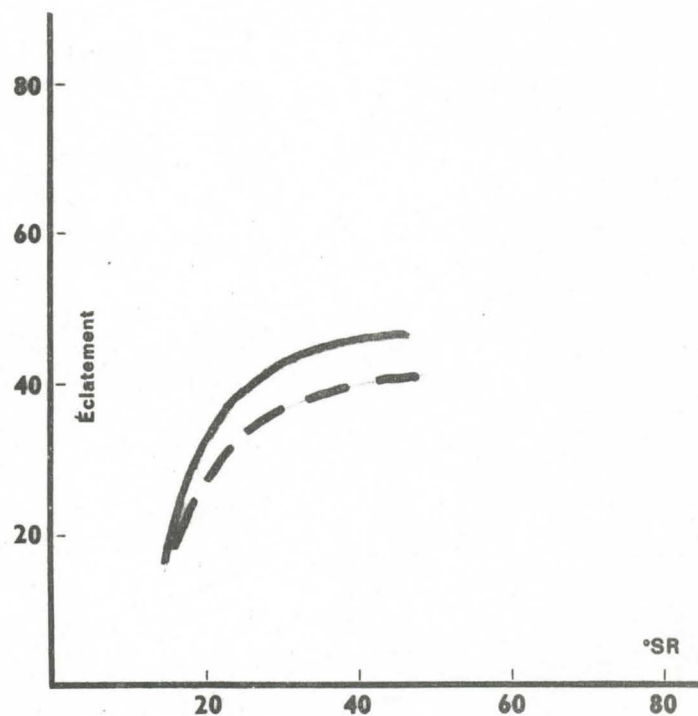
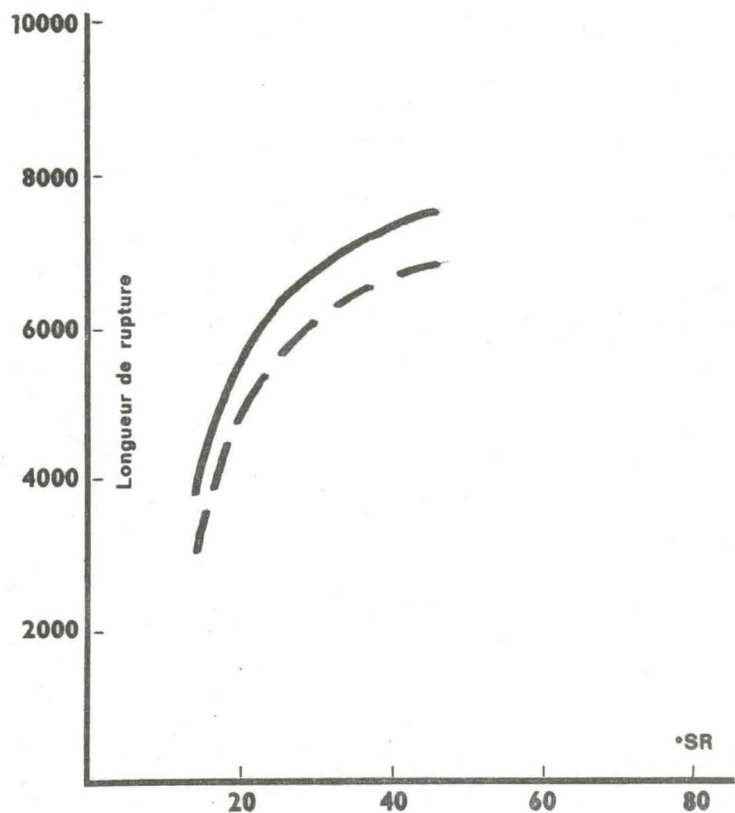
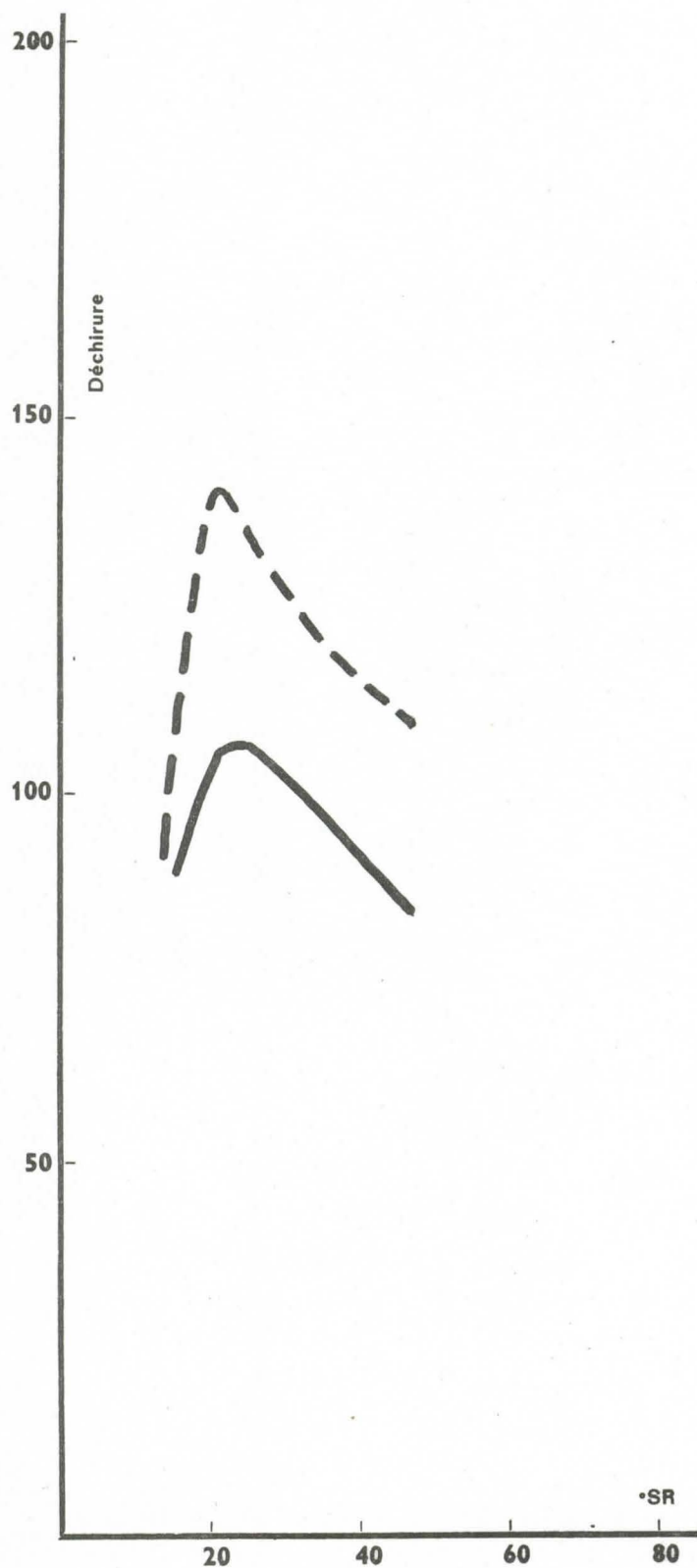
Pâtes écruées - Raffinage Jokro

— Mélange fibres courtes
- - - Mélange fibres longues



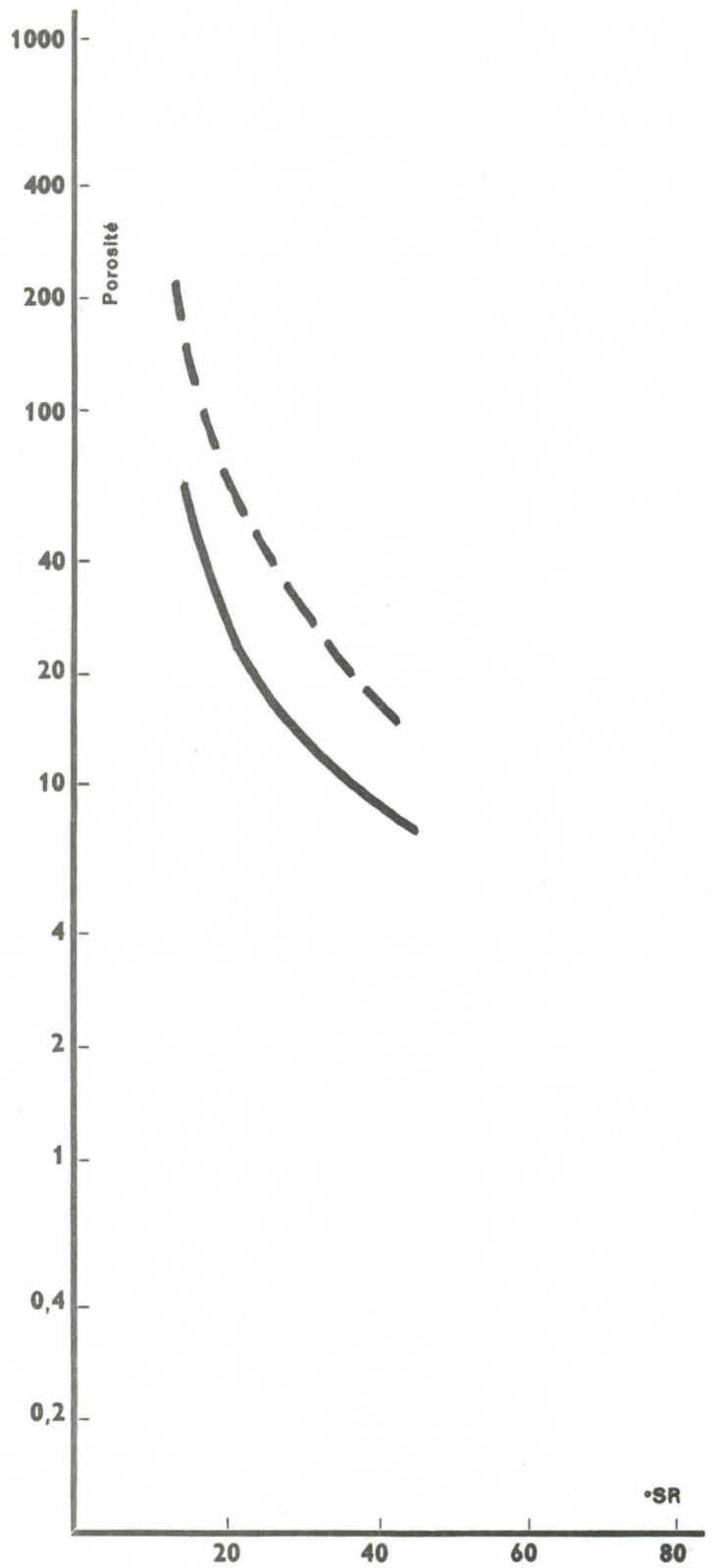
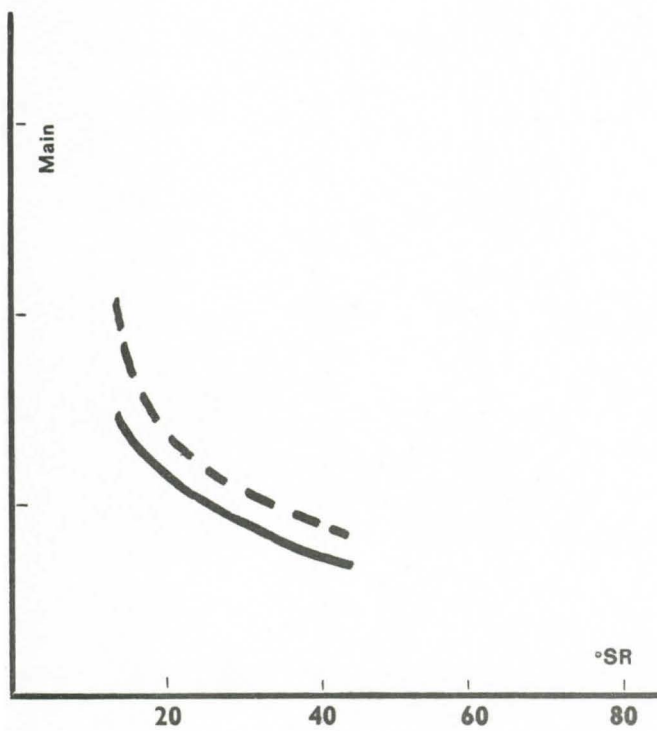
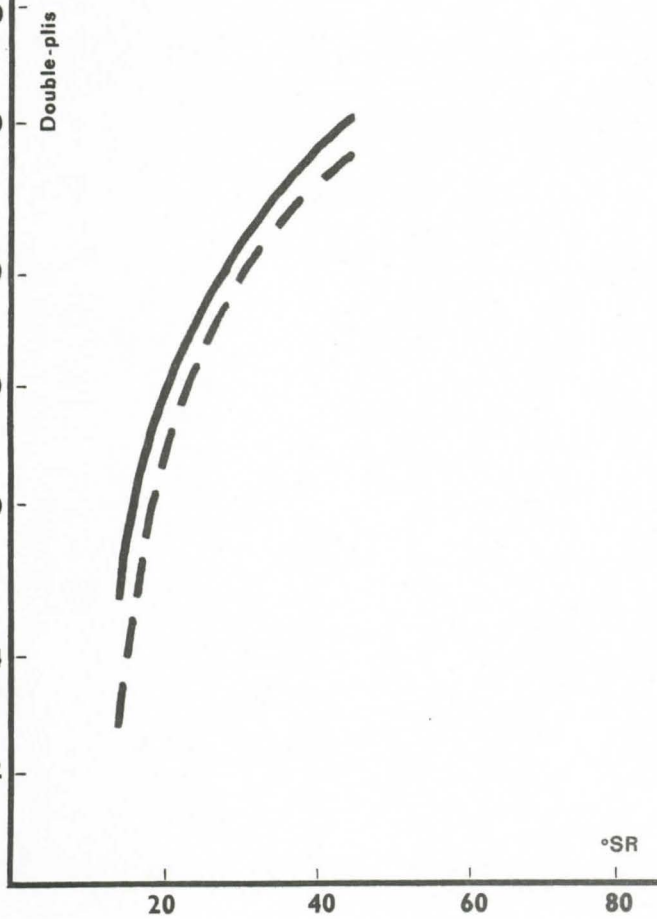
Pâtes blanchies (ClO_2) - Raffinage Jekro

— Mélange fibres courtes
- - - Mélange fibres longues

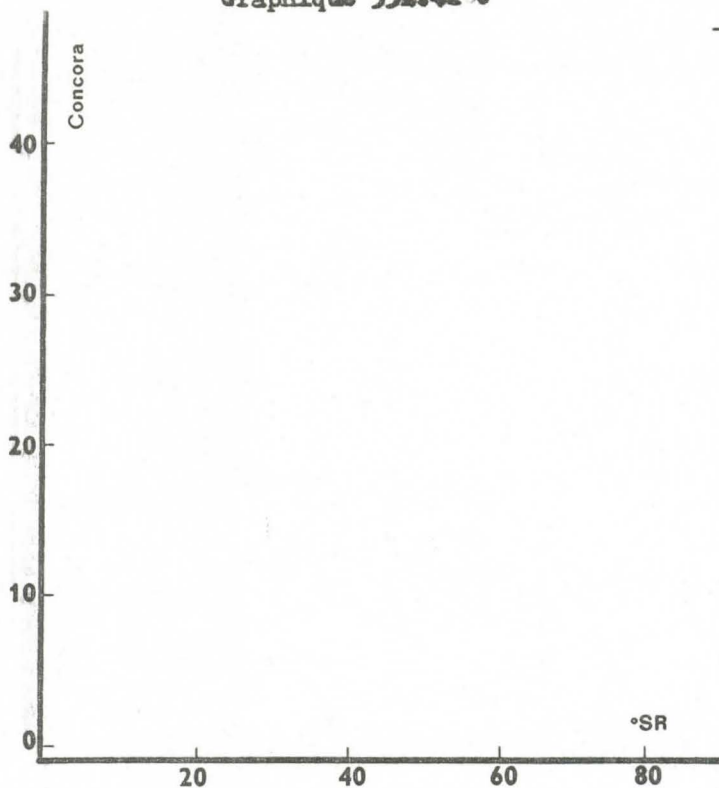


Pâtes blanchies (ClO_2) - Raffinage Jekro

— Mélange fibres courtes
- - - Mélange fibres longues



Graphique 331.42 C



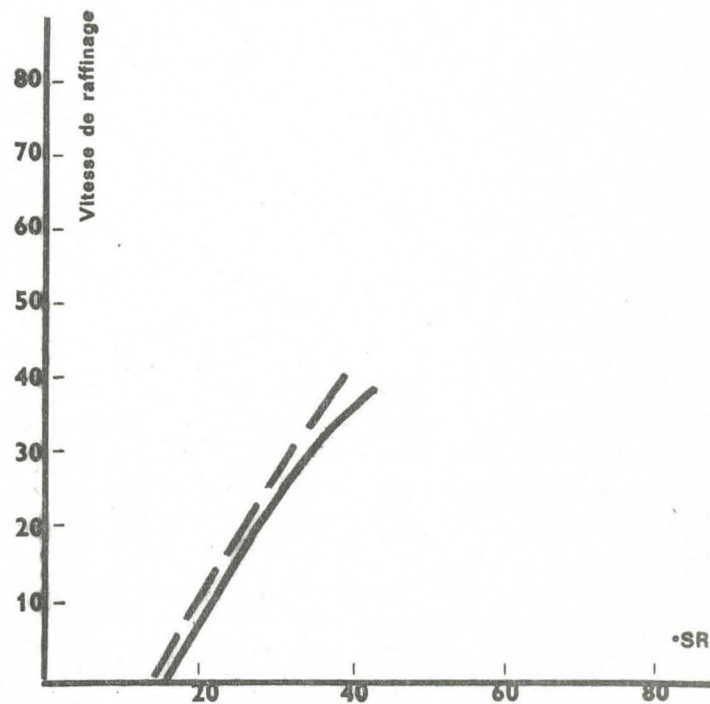
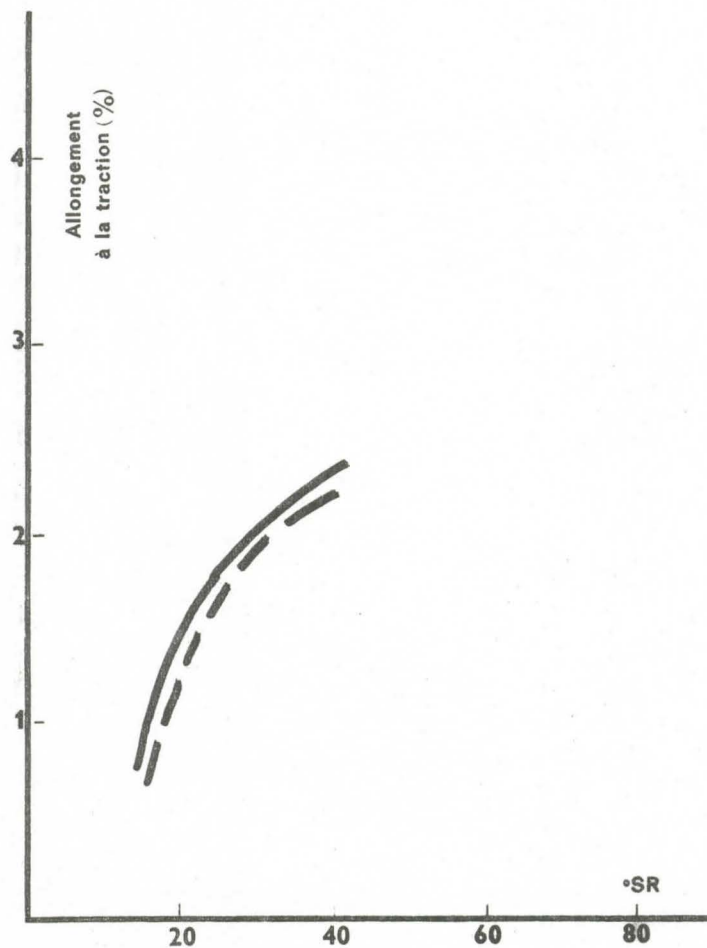
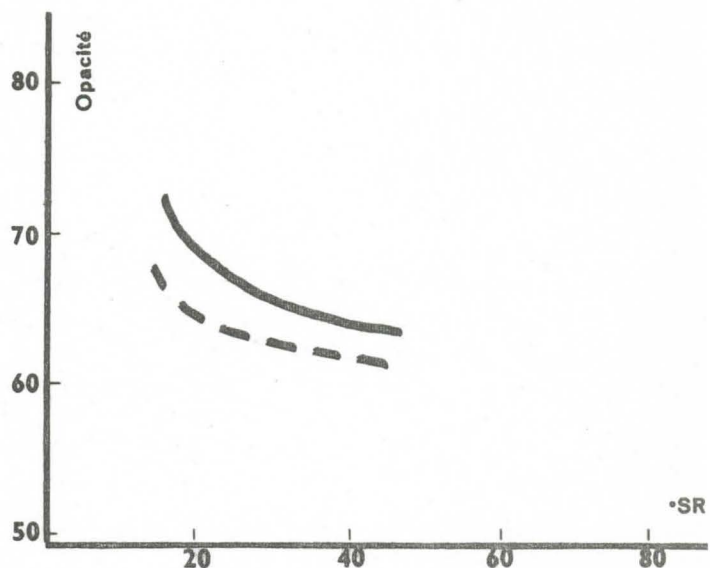
- 103 -

Bois du Cameroun

Hypothèse III

Pâtes blanchies (ClO₂) - Raffinage Jokro

— Mélange fibres courtes
- - - Mélange fibres longues



331.42 Pâtes blanchies (ClO²) - Raffinage Jokro

Pour l'ensemble des résultats, se reporter aux graphiques 331.42 A, B, C. Les résultats suivants sont donnés pour 40 °SR.

Mélanges (Hypothèse III)	Longueur : rupture	Eclate- ment	Déchi- rure	Plis : T = 1 kg.	Allonge- ment %	Porosi- té	Main :	Opacité :	Durée de : raffinage : (min.)
Fibres courtes	7200	45	92	90	2,4	8	1,35	64	38
Fibres longues	6500	40	116	70	2,2	18	1,45	62	42

331.43 Analyse des résultats relatifs aux caractéristiques des pâtes

Les pâtes à fibres courtes et à fibres longues se distinguent l'une de l'autre par la résistance à la déchirure, plus élevée pour le second type de pâte. Toutes les autres caractéristiques sont relativement voisines.

Les deux mélanges constitués dans l'hypothèse III à partir des bois du Cameroun sont moins différenciés que certains mélanges correspondants d'autres forêts tropicales, comme par exemple ceux de la forêt gabonaise de la région de Kango.

L'intérêt de procéder au classement des bois camerounais en deux catégories en fonction de la longueur des fibres est donc discutable car les résultats ne sont finalement guère différents de ceux que l'on obtiendrait sans classement.

332 Potentiel de la forêt dans le cas de l'hypothèse III

Le potentiel global est le même que celui de l'hypothèse II puisque l'on envisage de laisser en forêt les mêmes essences indésirables. Toutefois, dans l'hypothèse III, on peut chercher à définir le potentiel de chacun des deux mélanges constitués, pris isolément.

Par rapport à l'ensemble des 25 bois retenus, c'est-à-dire "bois à fibres courtes" + "bois à fibres longues", les pourcentages en poids de chaque mélange sont les suivants :

Fibres courtes : 43 %

Fibres longues : 57 %

En extrapolant ces chiffres à l'ensemble des bois susceptibles d'être retenus dans la forêt, on arrive aux chiffres suivants :

Capacité de l'usine	Durée d'approvisionnement	
	avec seulement des fibres courtes (inférieures à 1,5 mm)	avec seulement des fibres longues (supérieures à 1,5 mm)
100.000 T/an	27 ans	34 ans
150.000 T/an	17 "	22 "
200.000 T/an	13 "	17 "
250.000 T/an	10 "	14 "
300.000 T/an	8 "	11 "

Il apparaît d'après ces chiffres que les durées d'approvisionnement seraient assez limitées pour une unité de grande capacité.

34 ETUDE COMPARATIVE DES PATES CAMEROUNAISES

On a comparé les pâtes camerounaises à quelques pâtes européennes et africaines obtenues au laboratoire, au cours d'essais antérieurs, dans des conditions de traitement à peu près semblables (cuisson soude-soufre, blanchiment au bioxyde de chlore, raffinage au Jokro).

Les pâtes de référence sont les suivantes :

Pâte de Hêtre
Pâte de Bouleau
Pâte d'Okoumé
Pâtes gabonaises
Pâte d'Epicéa

Dans le cas des pâtes gabonaises, il s'agit de mélanges hétérogènes de bois gabonais de la région de Kango. Comme pour les pâtes camerounaises, les deux pâtes gabonaises retenues correspondent d'une part à un mélange représentatif de l'ensemble de la forêt (hypothèse I), d'autre part à un mélange représentatif des bois restant après élimination des indésirables (hypothèse II).

341 Etude comparative de cuisson et de blanchiment

Le tableau suivant permet de comparer les quantités de soude nécessaires à une cuisson correcte des bois, le rendement en pâte blanchie classée, la blancheur et la stabilité des pâtes blanchies.

: Type de pâte	: % soude néces-	: Rendement en	: Photovolt	: Stabilité de	:
:	: saire à la	: pâte blanchie	: pâte blanchie	: la blancheur	:
:	: cuisson	: classée	: ClO^2	: %	:
: <u>Pâtes camerounaises</u>	:	:	:	:	:
: Hypothèse I	: 22	: 40,0	: 90	: 86	:
: Hypothèse II	: 22	: 41,7	: 90	: 89	:
: Hypothèse III :	:	:	:	:	:
: Fibres courtes:	: 22	: 42,3	: 90,5	: 89	:
: Fibres longues:	: 22	: 42,1	: 90	: 89	:
: <u>Pâtes de référence</u>	:	:	:	:	:
: Hêtre	: 20	: 46	: 90,5	: 90	:
: Bouleau	: 20	: 47	: 90,5	: 89	:
: Okoumé	: 20	: 47	: 90,5	: 90	:
: Gabon H. I	: 22	: 43	: 89,5	: 91	:
: Gabon H. II	: 22	: 44	: 89,5	: 90,5	:
: Epicéa	: 22	: 43	: 89,5	: 89	:

On voit d'après ces chiffres que les mélanges camerounais des hypothèses II et III donnent des résultats voisins et légèrement supérieurs à celui de l'hypothèse I.

Les mélanges camerounais, comme les mélanges gabonais, nécessitent un peu plus de soude à la cuisson par rapport à des bois feuillus européens comme le Hêtre et le Bouleau ou par rapport à certains bois feuillus africains de très bonne qualité comme l'Okoumé. Cette consommation un peu plus élevée ne représente pas cependant un grave inconvénient pour une usine de grande capacité régénérant ses produits chimiques.

Le rendement en pâte des pâtes camerounaises est bas et représente au contraire un élément défavorable qui doit être compensé si possible par un moindre coût du bois.

Le blanchiment des pâtes camerounaises ne semble pas offrir de difficultés particulières lorsque l'on utilise un traitement en cinq phases avec emploi de bioxyde de chlore. Il est en effet possible d'obtenir dans tous les cas une blancheur comparable à celle des pâtes témoins. La stabilité de la blancheur des pâtes camerounaises est également très satisfaisante à l'exception peut-être de celle qui correspond au mélange tout venant de bois (hypothèse I); encore faut-il noter que le chiffre obtenu dans ce cas n'est pas vraiment défavorable.

C'est donc finalement le mauvais rendement en pâte des bois camerounais qui constitue éventuellement le point faible de cette matière première qui répond autrement d'une façon satisfaisante aux exigences papetières.

342 Etude comparative des caractéristiques des pâtes

Le tableau suivant permet de comparer les caractéristiques physiques et mécaniques des pâtes blanchies.

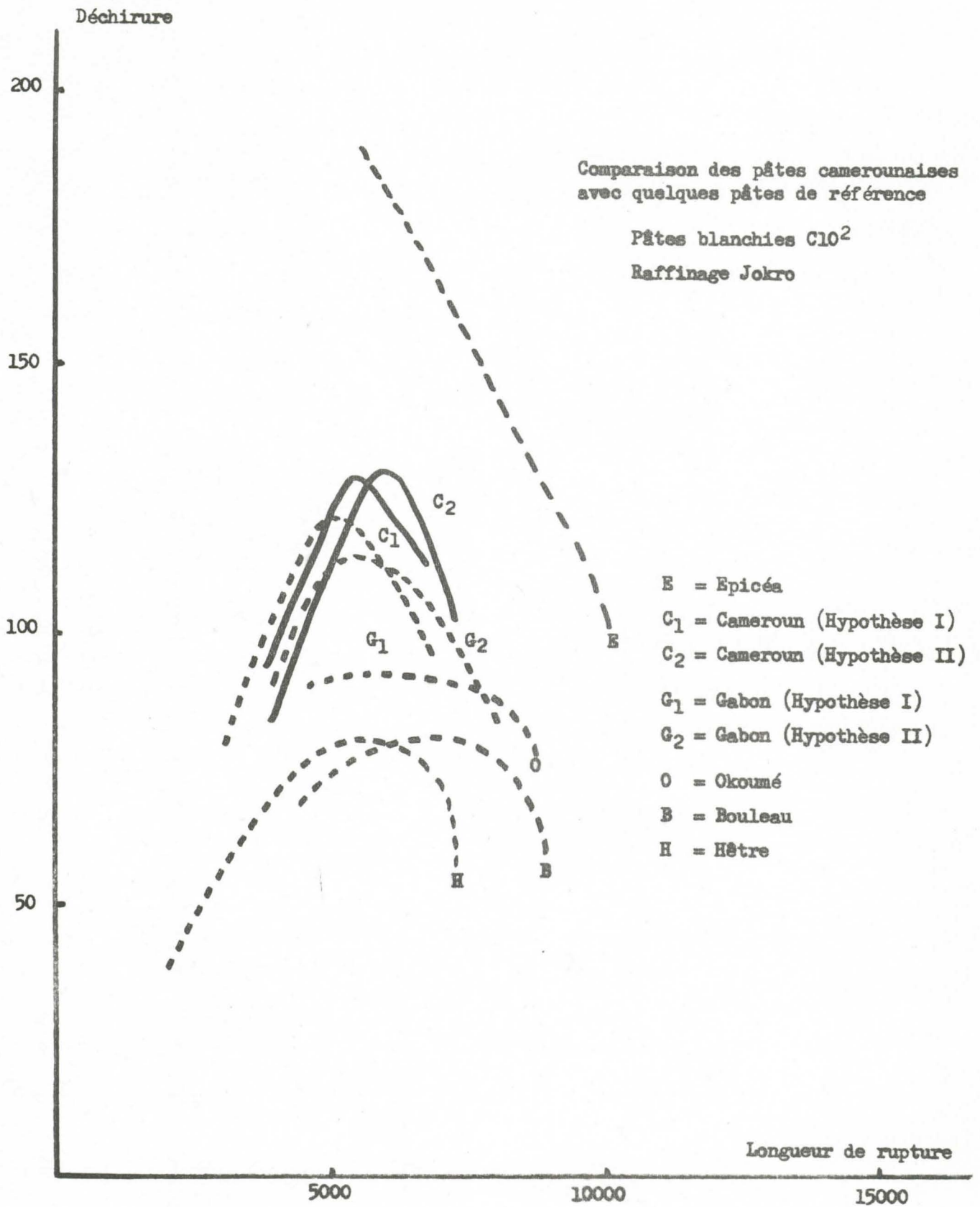
.../

Type de pâte	Longueur : rupture	Eclate- ment	Déchi- rure	Plis	Porosité	Main	Opacité	Temps de raffinage (min.)
<u>Pâtes camerounaises</u>								
Hypothèse I	7100	42	110	50	12	1,45	63	40
Hypothèse II	6800	40	115	80	12	1,40	63	40
Hypothèse III :								
Fibres courtes	7200	45	92	90	8	1,35	64	38
Fibres longues	6500	40	116	70	18	1,45	62	42
<u>Pâtes de référence</u>								
Hêtre	6000	40	75	50	8	1,40	68	30
Bouleau	8200	53	70	250	3	1,25	60	25
Okoumé	8500	60	85	600	1	1,20	67	27
Gabon H. I	6700	42	110	50	/	1,40	65	38
Gabon H. II	7100	43	100	150	/	1,40	65	38
Epicéa	8500	60	130	1000	3	1,35	/	40

Les quatre pâtes camerounaises donnent des résultats d'un même ordre de grandeur malgré quelques différences pour les principales caractéristiques. On observe d'ailleurs une certaine compensation du fait que la résistance à la déchirure augmente lorsque la résistance à la traction ou à l'éclatement diminue et inversement.

Par rapport aux pâtes témoins, la longueur de rupture et l'éclatement des pâtes camerounaises sont toujours supérieures à celles de la pâte de Hêtre mais restent inférieures à celles des bonnes pâtes de bois feuillus comme celles de Bouleau ou d'Okoumé. Elles sont également inférieures à celles de la pâte d'Epicéa, ce qui est normal. Elles sont voisines de celles des pâtes gabonaises.

Les résistances à la déchirure des pâtes camerounaises, comme celles des pâtes gabonaises, sont excellentes pour des pâtes de feuillus et se situent à un niveau bien supérieur à celui des pâtes de Hêtre, de Bouleau, d'Okoumé. La déchirure des pâtes camerounaises est intermédiaire entre la déchirure des pâtes de feuillus classiques et celle des pâtes de résineux. La résistance à la déchirure est une caractéristique spécifique des pâtes camerounaises et gabonaises; elle leur confère un intérêt particulier. Ceci est mis en évidence au graphique 342 qui donne les courbes "traction - déchirure" des différentes pâtes.



Les papiers obtenus à partir des pâtes camerounaises sont relativement poreux et ont de la main. Leur opacité est supérieure à celle des papiers fabriqués avec de la pâte de Bouleau.

On peut affirmer d'après ces résultats que la qualité papetière des pâtes camerounaises est satisfaisante. Assez proche de celle des pâtes gabonaises, elle est supérieure à celle des pâtes de Hêtre. Elle se rapproche de celle des pâtes de Bouleau et d'Okoumé bien que les pâtes camerounaises soient d'une nature différente. Les pâtes camerounaises pourraient être préférées aux pâtes de Bouleau pour certaines applications particulières nécessitant de la résistance à la déchirure, du bouffant, de l'opacité.

- 111 -

- 4 -

ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES
EN CLIMAT TROPICAL

	Page
4 <u>ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES EN CLIMAT TROPICAL</u> ..	111
41 ECHANTILLONNAGE ET RECEPTION DES BOIS	111
411 ESSENCES ETUDIEES	113
412 PROTOCOLE DES ESSAIS	113
413 ETAT DES BOIS A L'ARRIVEE	114
414 DENSITE DES BOIS	115
415 OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES	116
42 EVOLUTION CHIMIQUE DES ECHANTILLONS	116
421 CENDRES	116
422 EXTRAITS ALCOOL BENZENE	116
423 EXTRAITS A L'EAU ET A LA SOUDE	116
424 LIGNINE	120
425 CARBOHYDRATES	120
426 INCIDENCE PAPETIERE	120
43 CUISSON DES BOIS	120
431 MODE OPERATOIRE	120
432 RENDEMENT EN PATE	123
433 INCUITS	123
434 INDICE DE PERMANGANATE	123
435 SOUDE CONSOMMEE	123
436 PHOTOVOLT DES PATES ECRUES	123
437 DEGRE DE POLYMERISATION DES PATES ECRUES	123
438 INCIDENCE PAPETIERE	123
44 BLANCHIMENT DES PATES	124
45 CARACTERISTIQUES DES PATES	124
451 LONGUEUR DE RUPTURE ET ECLATEMENT	124
452 DECHIRURE	128
453 PLIS	128
454 MAIN	128
455 POROSITE	128
456 ALLONGEMENT	128
457 TEMPS DE RAFFINAGE	129
46 CONCLUSION RELATIVE AU STOCKAGE DES BOIS	129

4 ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES EN CLIMAT TROPICAL

Une fabrique de pâte de grande capacité devrait disposer d'une réserve de bois importante. Dans le cas d'un stockage en climat tropical, on peut craindre une altération rapide de la matière première entraînant une diminution de la qualité des pâtes obtenues.

On a profité de l'exploitation des bois camerounais destinés aux essais papetiers pour effectuer un essai de stockage.

Des échantillons repérés dans une pile de bois stockés à l'air libre, donc sujets aux intempéries, ont été transmis au Centre Technique Forestier Tropical à intervalles de temps croissants, et testés.

Les résultats de cette étude sont donnés dans ce chapitre.

41 ECHANTILLONNAGE ET RECEPTION DES BOIS

411 Essences étudiées

Les six essences suivantes ont été retenues

Nom courant	Nom scientifique	N° de code
Asamingung	Dacryodes edulis	062
Asa	Dacryodes sp.	060
Ilomba	Pycnanthus angolensis	167
Mbangbazoa Afun	Octoknema sp.	196
Mbangbazoa Evele	Strombosia grandifolia	197
Nom Edipmbazoa	Casearia sp.	246

L'Ilomba correspond à une essence extrêmement altérable. Les autres bois correspondent à des essences peu ou moyennement altérables.

412 Protocole des essais

On a abattu un arbre par essence. On a découpé dans le fût un billon de 2 à 3 mètres qui a été tronçonné en six morceaux numérotés de 1 à 6.

Les tronçons ont été incorporés à un tas de bois constitué sur une aire de stockage en terre. Les échantillons ainsi constitués ont été repérés puis laissés non couverts et sans protection.

Les trois premiers prélèvements ont été expédiés en France par voie aérienne. Les suivants par voie maritime.

On a appelé 0 la série des échantillons frais prélevés à l'abattage, puis 1, 2, 3 ... les séries suivantes.

Le tableau suivant donne les dates d'arrivée au C.T.F.T. où ils ont immédiatement été testés, ainsi que les durées approximatives de stockage.

Série	0	1	2	3	4
Date d'arrivée à Nogent	1-1-68	10-2-69	21-4-69	10-7-69	20-12-69
Durée approximative de stockage	quelques jours	3 mois	5 mois	8 mois	13 mois

413 Etat des bois à l'arrivée

L'observation des échantillons reçus permet de faire les constatations suivantes :

Essence	0 (quelques jours)	1 (3 mois)	2 (5 mois)	3 (8 mois)	4 (13 mois)
Ilomba 167	très légères traces d'altérations périphériques	traces d'altérations	nettement altéré	complètement altéré	pourri
Dacryodes ed. 062	/	traces d'altérations	altéré	altéré	très altéré
Dacryodes sp. 060	/	traces d'altérations	altéré au centre	très altéré	très altéré
Octoknema sp. 196	/	/	/	traces d'altérations	très altéré
Strombosia gr. 197	/	/	/	traces d'altérations	très altéré
Casearia sp. 246	/	traces d'altérations	traces d'altérations	uniformément altéré	très altéré

C'est l'Ilomba qui s'est dégradé le plus rapidement et le plus complètement, atteignant l'état de pourriture. Puis viennent les deux Dacryodes, suivi du Casearia. L'Octoknema et le Strombosia correspondent aux deux essences les moins altérées.

414 Densité des bois

On a mesuré la densité des bois absolument sec après passage des éprouvettes en étude à 105 °C jusqu'à poids constant.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus (Voir également le graphique n° 42 A)

Essence	0 (quelques jours)	1 (3 mois)	2 (5 mois)	3 (8 mois)	4 (13 mois)
	d	d	perte de poids %	d	perte de poids %
Ilomba 167	0,38	0,31	18	0,30	22
Dacryodes ed. 062	0,54	0,53	2	0,46	15
Dacryodes sp. 060	0,43	0,35	18	0,38	12
Octoknema sp. 196	0,63	0,58	8	0,62	2
Strombosia gr. 197	0,86	0,84	3	0,82	5
Casearia sp. 246	0,65	0,59	10	0,66	/
Moy. des pertes			9	9	20

L'évolution dans le temps de la densité n'est pas toujours régulière. D'autre part, pour une essence donnée, certaines variations sont dues aux changements d'échantillons qui, dans un même billon, ne possèdent pas toujours une densité constante. Cela peut expliquer certaines remontées de la densité.

Il apparaît nettement cependant que l'altération due au stockage entraîne une diminution sensible de la densité des bois. La perte de poids dépasse 30 % après un an de stockage pour les essences les plus altérables.

.../

415 Observations microscopiques

L'observation microscopique des bois apporte peu d'éléments d'information, mais celle des fibres isolées après cuisson papetière montre nettement le mécanisme de dégradation : les ramifications du mycelium assimilent de petits fragments de la paroi des fibres, ce qui se traduit par l'apparition de très nombreuses "boutonnières". Les fibres attaquées conservent donc leur forme et volume initial, mais elles sont criblées de petites perforations qui en font un matériau ajouré, plus léger et moins résistant.

Ce mécanisme explique bien les pertes de densité.

L'action du champignon sur la fibre ne se développe donc pas sur un front continu, mais d'une façon sporadique, en détruisant de petites fractions de fibres et en laissant intactes les zones avoisinantes.

42 EVOLUTION CHIMIQUE DES ECHANTILLONS

On a dosé les principaux constituants chimiques de chacune des six essences après les différents temps de stockage. Les résultats obtenus sont donnés au tableau n° 42 et aux graphiques n° 42 A et 42 B. On peut faire les remarques suivantes :

421 Cendres

Les pourcentages de cendres augmentent un peu lorsque le stockage se prolonge. C'est pour les bois les plus altérables que l'augmentation est la plus nette.

422 Extraits alcool-benzène

Il semble que l'extrait à l'alcool-benzène diminue au cours des deux premiers mois de stockage. Un phénomène semblable a été observé par différents laboratoires qui préconisent de ne pas utiliser de bois frais si l'on veut abaisser la teneur en résine des pâtes résultantes. Cependant, quand le stockage se prolonge, les quantités d'extraits augmentent et après un an, les pourcentages sont supérieurs à ceux trouvés sur le bois initial.

423 Extraits à l'eau et à la soude

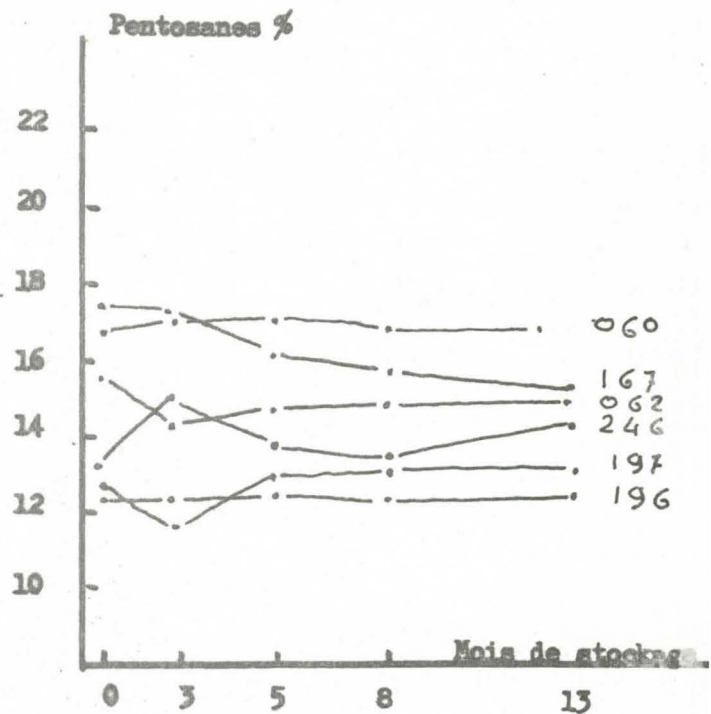
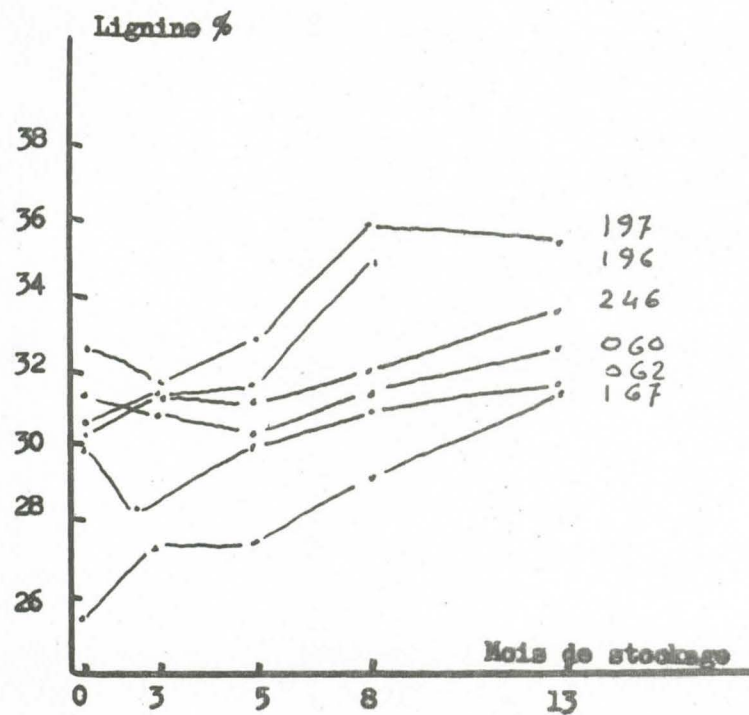
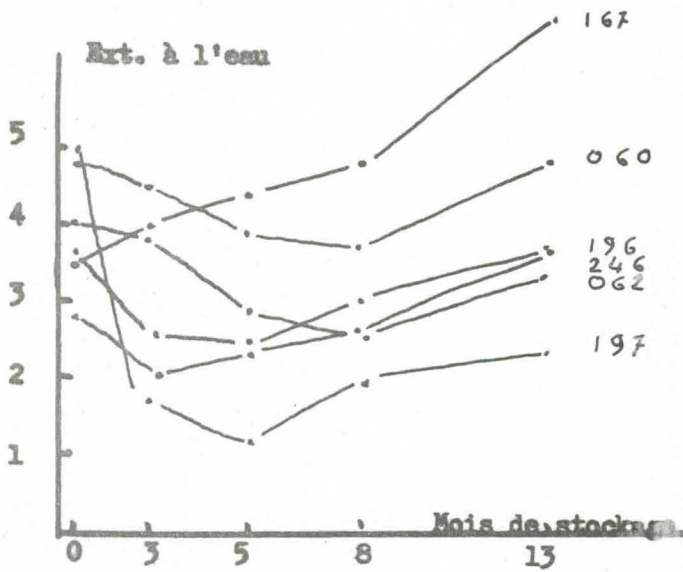
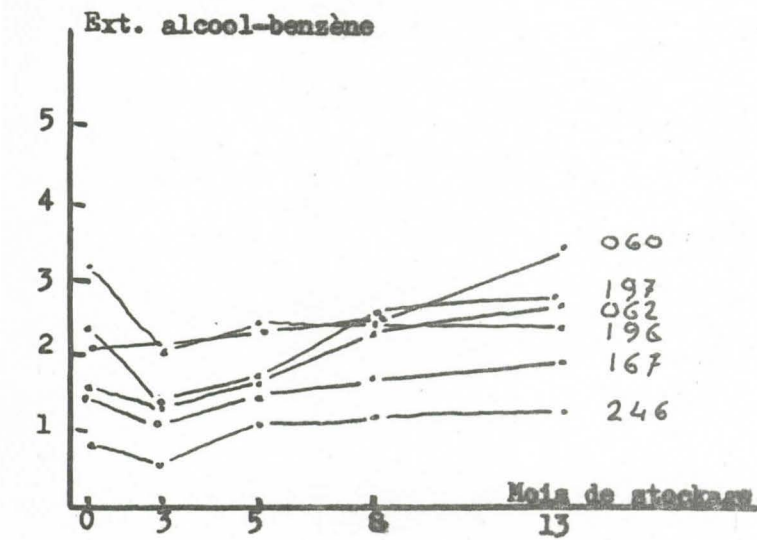
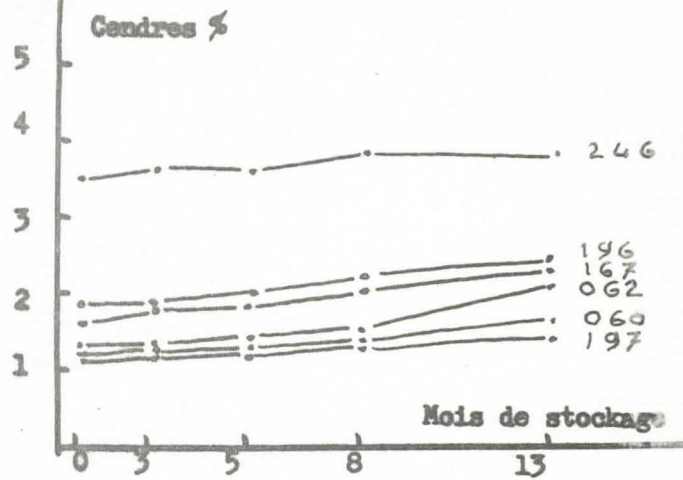
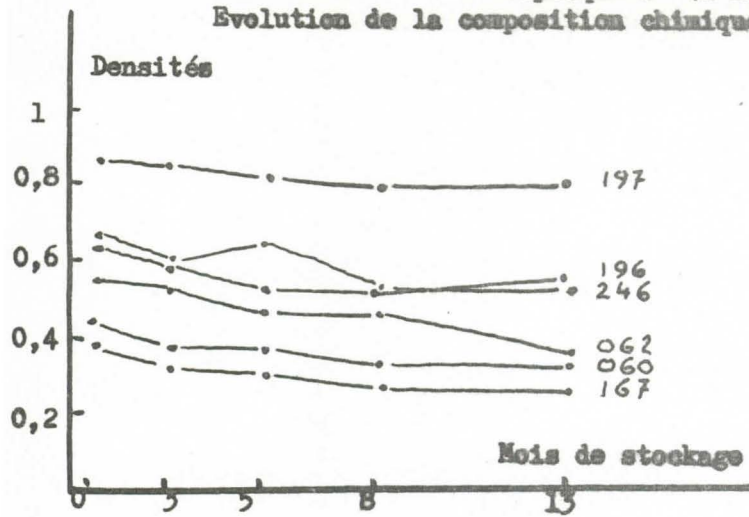
Les courbes des extraits à l'eau et à la soude évoluent à peu près de la même façon que celle de l'extrait à l'alcool-benzène. Certaines courbes de l'Ilimba toutefois ne présentent pas de minimum, peut-être parce que pour cette essence qui s'altère très rapidement, le minimum se situe à une date très proche de la date d'abattage.

424 Lignine

Dans l'ensemble, les taux de lignine ont tendance à s'élever après un temps de stockage prolongé, particulièrement dans le cas des essences altérables.

:N°	: Essence	: Densité:	: Extrait:	: Extrait:	: Extrait	: NaOH%	: Lignine:	: Pentosanes:	: Cellulose:	: Cendres:	
:	:	:	: A.B.	: eau	: % brut	: net	: %	: %	: %	: %	
:060	:Asa	0	: 0,43	: 2,1	: 4,9	: 21,5	16,5	: 31,1	: 16,85	: 41,2	: 1
:	:	1	: 0,35	: 2,1	: 4,7	: 21	16,3	: 30,8	: 17,3	: 41,5	: 1,3
:	:	2	: 0,38	: 2,3	: 3,95	: 19,7	15,7	: 30,1	: 17,3	: 38,3	: 1,25
:	:	3	: 0,33	: 2,4	: 3,75	: 21,8	18	: 31,6	: 17	: 38	: 1,3
:	:	4	: 0,32	: 3,45	: 4,9	: 19,9	15,1	: 32,7	: 16,9	: 39,5	: 1,65
:062	:Asamingung	0	: 0,54	: 1,6	: 2,85	: 13,55	10,7	: 30,2	: 15,85	: 45,4	: 1,3
:	:	1	: 0,53	: 1,3	: 1,95	: 11,95	10	: 28,1	: 14,3	: 47,9	: 1,35
:	:	2	: 0,46	: 1,65	: 2,45	: 12,85	10,4	: 30,1	: 14,75	: 44,8	: 1,45
:	:	3	: 0,46	: 2,3	: 2,65	: 13,75	11,1	: 31	: 14,95	: 43,4	: 1,4
:	:	4	: 0,34	: 2,6	: 3,45	: 16,45	13	: 31,6	: 14,65	: 43,1	: 2,2
:167	:Ilomba	0	: 0,38	: 1,5	: 3,5	: 19,85	16,35	: 25,4	: 17,6	: 43,4	: 1,6
:	:	1	: 0,31	: 1,1	: 4,65	: 20,25	15,6	: 27,3	: 17,4	: 44,9	: 1,85
:	:	2	: 0,30	: 1,5	: 4,7	: 21,2	16,5	: 27,5	: 16,2	: 43,1	: 1,75
:	:	3	: 0,26	: 1,7	: 4,85	: 22,05	17,2	: 29,2	: 15,9	: 41,5	: 2
:	:	4	: 0,26	: 1,95	: 6,85	: 24,55	17,7	: 30,8	: 15,4	: 42,6	: 2,35
:196	:Octoknema	0	: 0,63	: 3,2	: 3,65	: 16,25	12,6	: 30,5	: 12,1	: 45,5	: 1,9
:	:	1	: 0,58	: 2,1	: 2,55	: 14	11,45	: 31,7	: 12,3	: 45,9	: 1,9
:	:	2	: 0,52	: 2,5	: 2,4	: 15,1	12,7	: 31,6	: 12,6	: 44,4	: 1,95
:	:	3	: 0,53	: 2,3	: 3,10	: 14,7	11,6	: 35	: 12,3	: 42,6	: 2,1
:	:	4	: 0,57	: 2,4	: 3,65	: 16,75	13,1	:	: 12,6	:	: 2,4
:197	:Strombosia	0	: 0,86	: 2,35	: 5,1	: 18,2	13,1	: 32,6	: 12,8	: 44,9	: 1,35
:	: gr.	1	: 0,84	: 1,25	: 1,8	: 13,05	11,35	: 31,7	: 11,6	: 49	: 1,2
:	:	2	: 0,82	: 1,6	: 1,1	: 14,7	13,6	: 32,8	: 12,6	: 44,5	: 1,2
:	:	3	: 0,78	: 2,55	: 2	: 16	14	: 36	: 13,6	: 40,9	: 1,45
:	:	4	: 0,82	: 2,6	: 2,45	: 16,25	13,8	: 35,2	: 13,3	: 43,5	: 1,35
:246	:Casearia	0	: 0,65	: 0,8	: 4	: 14,3	10,3	: 30,2	: 13,1	: 46,9	: 3,55
:	:	1	: 0,59	: 0,65	: 3,9	: 14,5	10,6	: 31,5	: 15,1	: 43,2	: 3,65
:	:	2	: 0,66	: 1,15	: 2,9	: 13,4	10,5	: 31	: 13,8	: 43,7	: 3,6
:	:	3	: 0,48	: 1,2	: 2,6	: 14,2	11,6	: 31,5	: 13,5	: 42	: 3,8
:	:	4	: 0,55	: 1,25	: 3,75	: 15,15	11,4	: 33,8	: 14,4	: 42,4	: 3,85
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:											

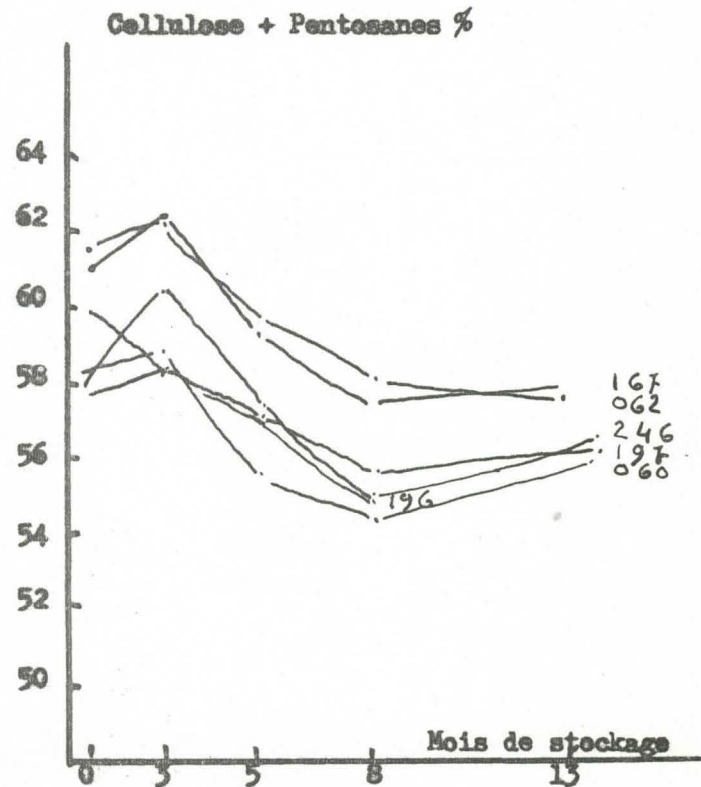
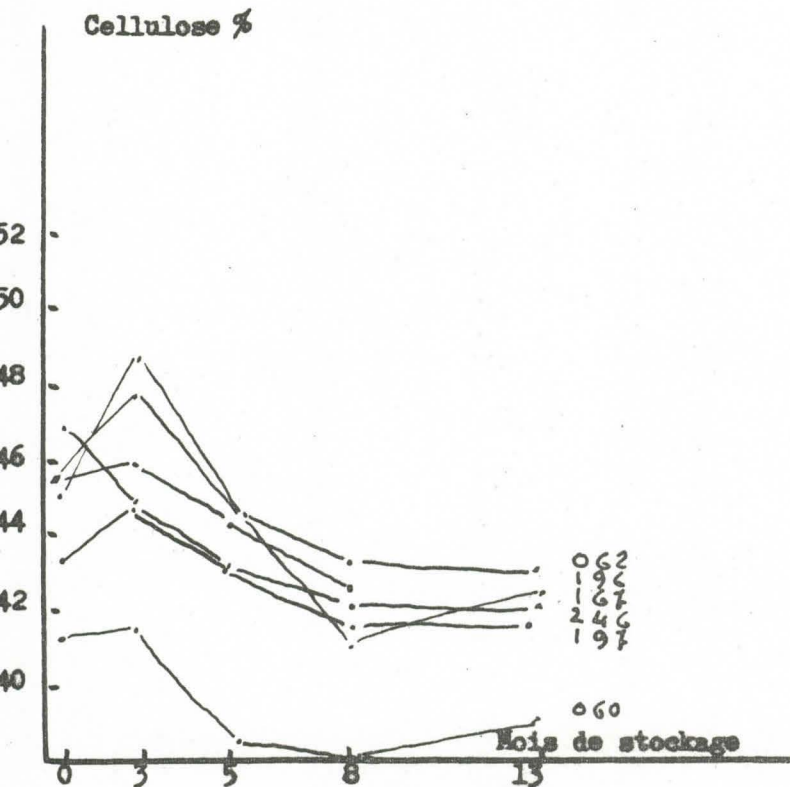
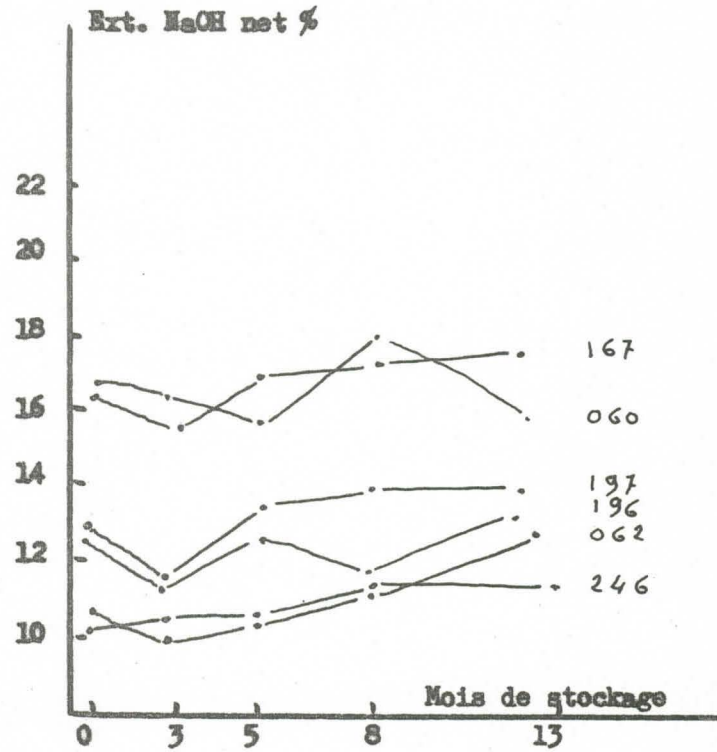
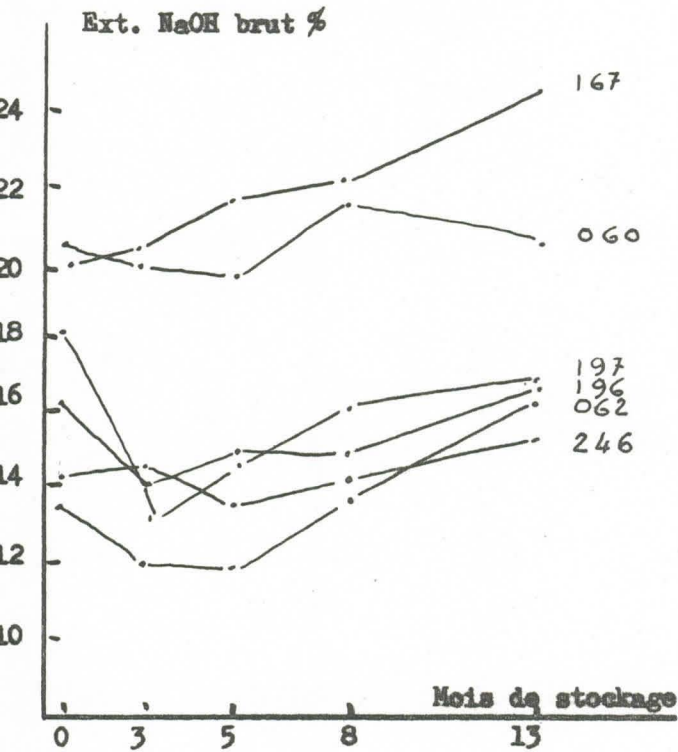
Evolution de la composition chimique des bois au cours du stockage



Graphique n° 42 B

Bois du Cameroun

Evolution de la composition chimique des bois au cours du stockage



424 Lignine

Dans l'ensemble, les taux de lignine ont tendance à s'élever après un temps de stockage prolongé, particulièrement dans le cas des essences altérables.

425 Carbohydrates

Les taux de pentosanes ne varient guère sauf dans le cas de l'Ilomba pour lequel on remarque une légère diminution après un temps de stockage prolongé.

La teneur en cellulose diminue pour les bois stockés pendant plus de cinq mois. La légère augmentation qui apparaît parfois en début de stockage n'est peut-être qu'une augmentation apparente due à la diminution des extraits.

426 Incidence papetière

La composition chimique des bois évolue donc dans un sens défavorable au cours du stockage si on excepte les premières semaines pendant lesquelles on observe une diminution de certains produits extractibles. On n'observe pas cependant de bouleversement de la composition chimique et l'incidence sur le comportement des bois au cours de la cuisson devrait être peu marquée.

43 CUISSON DES BOIS

431 Mode opératoire

Chaque échantillonnage de bois reçu a été coupé à la main en copeaux de $3 \times 3 \times 0,5$ cm. Les copeaux ont été séchés à l'air avant d'être cuits en obus de 2 litres dans les conditions suivantes :

Soude 22 %

Soufre 2,2 %

Température et durée : 1h30 de 20 à 155° + 2h30 à 155°

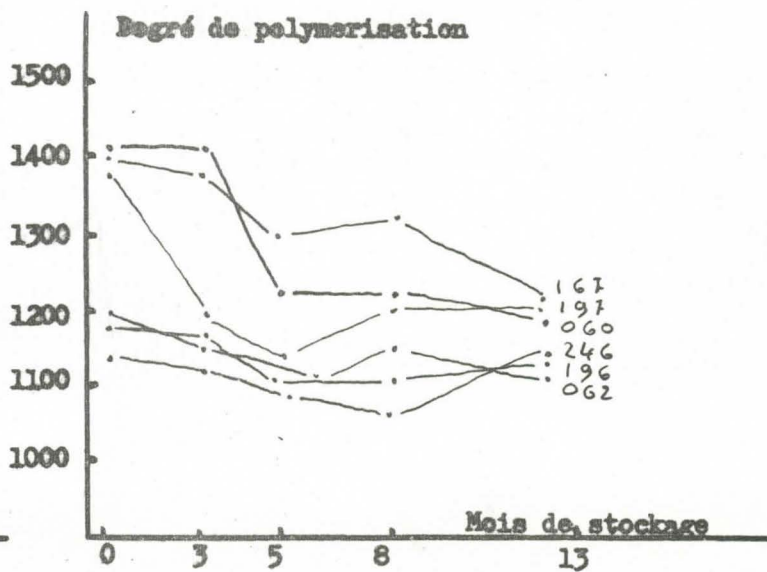
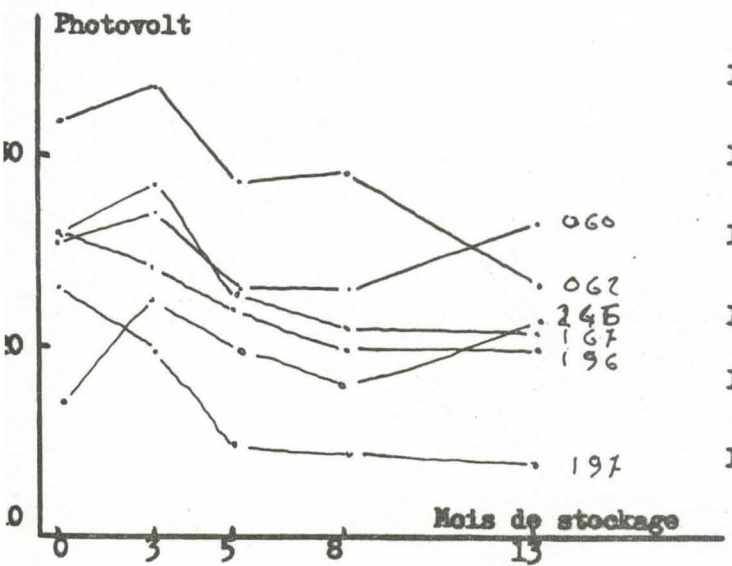
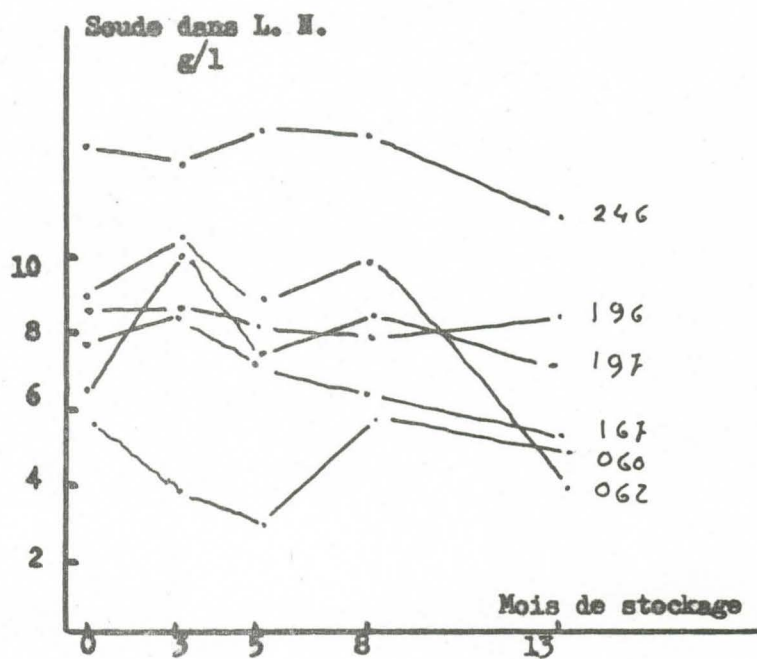
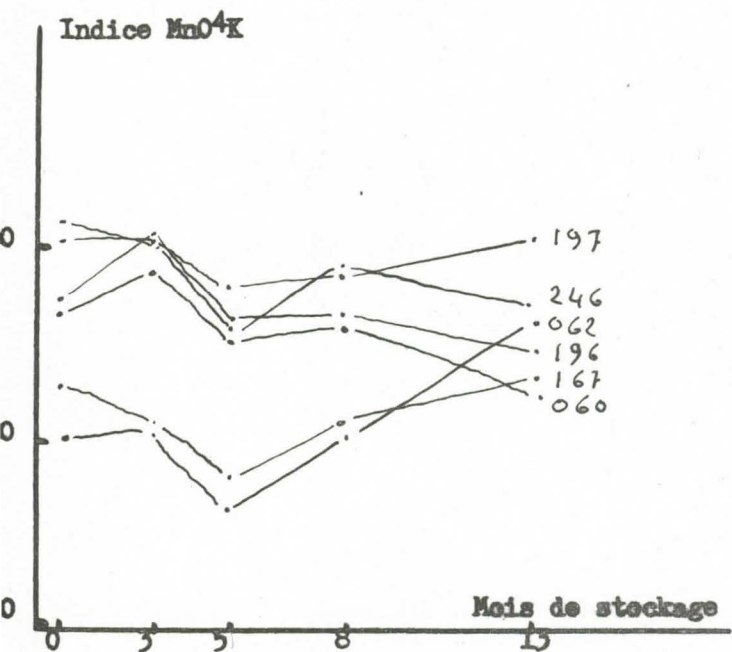
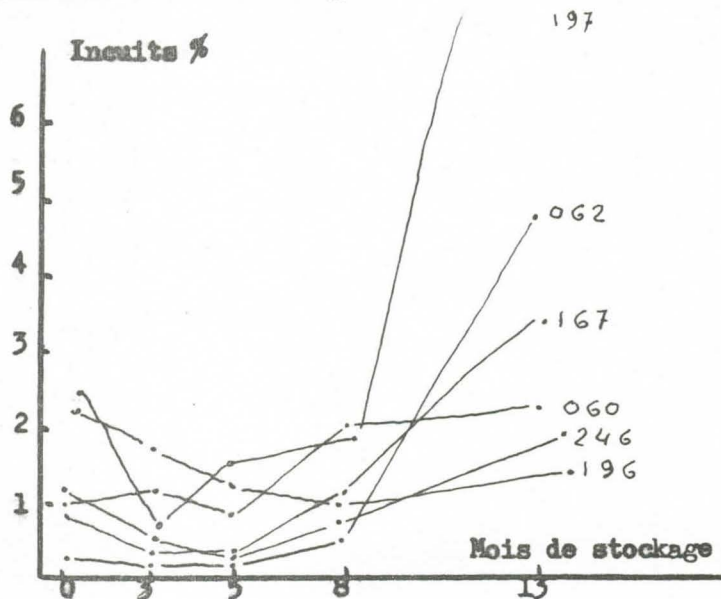
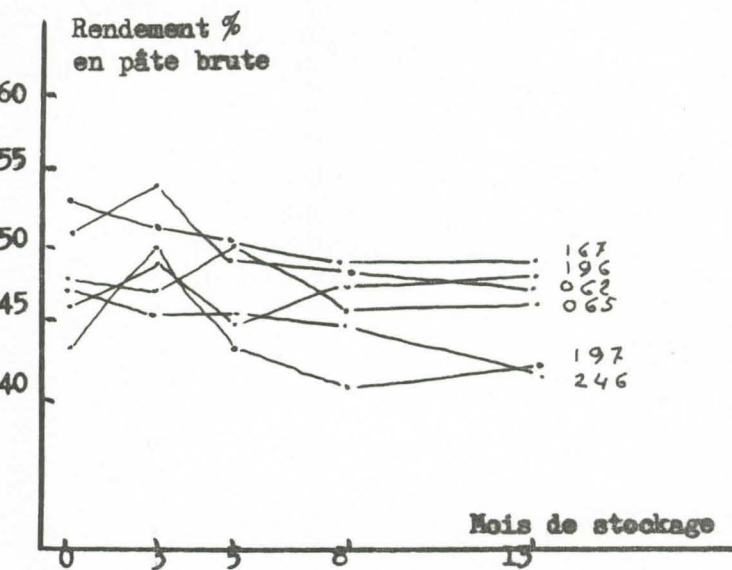
Rapport lessive/bois : 3,3

Les résultats sont donnés au tableau n° 43 ainsi qu'au graphique n° 43.

La discontinuité des échantillons entraîne une discontinuité des résultats. Il ne faut donc retenir que des tendances générales dans l'analyse qui va suivre.

: N° :	Essence		:Rendement:	:Rendement:	: Incuits :	: Indice :	: Soude :	:Photovolt:	: D. P.	:
:	:	:	: brut % :	: net % :	: % :	: MnO ⁴ K :	: restante :	:	:	:
:	:	:	:	:	:sur pâte :	:	:	:	:	:
:060	:Asa	0 :	48,0 :	47,6 :	0,9 :	26,7 :	5,5 :	25,5 :	1420	:
:	:	1 :	47,1 :	48,6 :	1,1 :	28,7 :	3,5 :	27 :	1420	:
:	:	2 :	50,4 :	50,1 :	0,8 :	25,4 :	2,7 :	23,5 :	1230	:
:	:	3 :	45,9 :	45,0 :	2,0 :	26,0 :	5,8 :	23,0 :	1230	:
:	:	4 :	46,7 :	45,7 :	2,3 :	22,5 :	4,8 :	26,5 :	1190	:
:062	:Asamingung	0 :	50,9 :	49,7 :	0,2 :	20,2 :	8,8 :	32 :	1200	:
:	:	1 :	52,0 :	51,9 :	0,1 :	20,2 :	10,4 :	34 :	1150	:
:	:	2 :	49,0 :	49,0 :	0,1 :	16,6 :	8,6 :	29 :	1110	:
:	:	3 :	48,4 :	48,3 :	0,5 :	20,3 :	9,9 :	29,5 :	1150	:
:	:	4 :	47,1 :	44,8 :	4,8 :	26,2 :	3,8 :	23,5 :	1120	:
:167	:Ilomba	0 :	53,1 :	52,9 :	0,9 :	22,6 :	8,6 :	26,0 :	1400	:
:	:	1 :	51,2 :	51,0 :	0,3 :	20,1 :	8,4 :	28,5 :	1380	:
:	:	2 :	50,3 :	50,2 :	0,3 :	18,0 :	7,0 :	23,5 :	1300	:
:	:	3 :	48,3 :	47,8 :	1,1 :	21,0 :	6,3 :	21,5 :	1330	:
:	:	4 :	49,4 :	47,8 :	3,3 :	23,0 :	5,0 :	21,5 :	1210	:
:196	:Octoknema	0 :	46,1 :	45,1 :	2,2 :	27,5 :	7,5 :	26 :	1190	:
:	:	1 :	49,4 :	48,6 :	1,7 :	31,0 :	8,6 :	24 :	1160	:
:	:	2 :	44,8 :	44,3 :	1,2 :	26,4 :	8,0 :	22 :	1100	:
:	:	3 :	47,5 :	47,0 :	1,0 :	26,6 :	7,9 :	20 :	1110	:
:	:	4 :	47,7 :	47,0 :	1,5 :	24,9 :	8,6 :	21,5 :	1130	:
:197	:Strombosia gr.	0 :	43,3 :	42,2 :	2,4 :	31,6 :	6,4 :	23,5 :	1385	:
:	:	1 :	49,6 :	49,3 :	0,6 :	30,2 :	10 :	19,5 :	1190	:
:	:	2 :	43,2 :	42,6 :	1,5 :	28,3 :	7,4 :	14,5 :	1100	:
:	:	3 :	40,6 :	39,8 :	1,9 :	28,9 :	8,4 :	14 :	1200	:
:	:	4 :	42,3 :	33,6 :	20,1 :	31,1 :	7,1 :	14 :	1225	:
:246	:Casearia	0 :	47,1 :	46,5 :	1,1 :	30,1 :	12,8 :	17 :	1140	:
:	:	1 :	45,3 :	45,2 :	0,6 :	30,1 :	12,2 :	23 :	1130	:
:	:	2 :	45,5 :	45,4 :	0,3 :	26,5 :	13,2 :	22 :	1110	:
:	:	3 :	45,0 :	44,7 :	0,7 :	28,9 :	13,1 :	20 :	1060	:
:	:	4 :	41,4 :	40,6 :	2,0 :	27,3 :	11,0 :	23 :	1150	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Graphique n° 43 - Bois du Cameroun
Cuisson des bois après différentes durées de stockage



432 Rendement en pâte

Les rendements en pâte, qui varient entre 43 et 53 % pour les bois frais, se situent entre 42 et 49 % après 13 mois de stockage. On note donc une légère diminution.

L'augmentation passagère de rendement qui apparaît vers 3 mois pour certaines essences ne peut être retenue comme un résultat certain, bien que conforme à des remarques faites au paragraphe 42.

433 Incuits

Il semble bien que la teneur en incuits diminue légèrement au début du stockage, puis augmente très sensiblement après le 8ème mois. Ces incuits se présentent sous la forme de fines bâchettes parfois difficiles à éliminer de la pâte.

434 Indice de permanganate

Il n'est pas possible de déceler une tendance générale car selon les essences cet indice augmente ou diminue légèrement. Pour les essences très altérables on remarque au treizième mois une remontée de l'indice faisant suite à une légère diminution en début de stockage. Cette remontée au treizième mois n'est pas amorcée pour les essences les moins altérables.

435 Soude consommée

Les résultats obtenus ne permettent aucune interprétation.

436 Photovolt des pâtes écruës

Les pâtes obtenues à partir de bois stockés 13 mois sont généralement un peu plus foncées que les pâtes obtenues à partir de bois frais.

437 Degré de polymérisation des pâtes écruës

Les degrés de polymérisation des pâtes obtenues à partir de bois altérés sont sensiblement moins élevés que ceux des pâtes obtenues à partir de bois frais.

438 Incidence papetière

Les résultats précédents montrent que des bois stockés en climat tropical pendant plus d'un an peuvent encore être mis en pâte en donnant des résultats acceptables bien qu'un peu moins favorables que ceux obtenus avec des bois sains.

La proportion d'incuits, qui augmente avec le degré d'altération, représente probablement l'inconvénient majeur d'un point de vue pratique.

44 BLANCHIMENT DES PATES

Les seuls tests effectués sur les pâtes ont consisté en un traitement au chlorite de soude avec un excès de réactif (traitement effectué afin de déterminer le degré de polymérisation).

Les résultats sont indiqués au tableau n° 44.

On remarque que les pâtes correspondant à des bois altérés se blanchissent moins bien, le photovolt des pâtes blanchies tendant à diminuer. Cette diminution est même importante dans le cas de l'Illomba, essence très altérable.

La stabilité de la blancheur, au contraire, ne décroît pas pour un temps de stockage prolongé. On note même dans certains cas une amélioration de la stabilité.

Les remarques précédentes qui concernent un traitement au chlorite seraient valables vraisemblablement dans le cas d'un blanchiment au bioxyde de chlore. Il n'est pas certain qu'elles le soient dans le cas d'un blanchiment à l'hypochlorite dont l'action pourrait être différente. (En effet, des essais antérieurs effectués sur des bois gabonais altérés n'avaient pas mis en évidence de diminution du photovolt dans le cas d'un blanchiment à l'hypochlorite).

45 CARACTERISTIQUES DES PATES

Les pâtes écrues obtenues ont été raffinées au Jokro, tirées en formettes et analysées. Le tableau n° 45 donne les résultats obtenus pour 40 °SR. Ces résultats sont également reportés au graphique n° 45. On peut faire les remarques suivantes :

451 Longueur de rupture et éclatement

La longueur de rupture et l'éclatement diminuent lorsque le temps de stockage croît. Les essences les plus altérables (062, 060, 167) perdent beaucoup plus en longueur de rupture et éclatement que les autres essences. On peut remarquer également que les essences les plus altérables sont celles dont la densité est plutôt faible et qui possèdent initialement une résistance élevée à la traction et à l'éclatement.

Après 13 mois de stockage, les essences altérables peuvent perdre plus de 50 % de leur résistance initiale et les essences peu altérables 15 à 20 % seulement.

.../

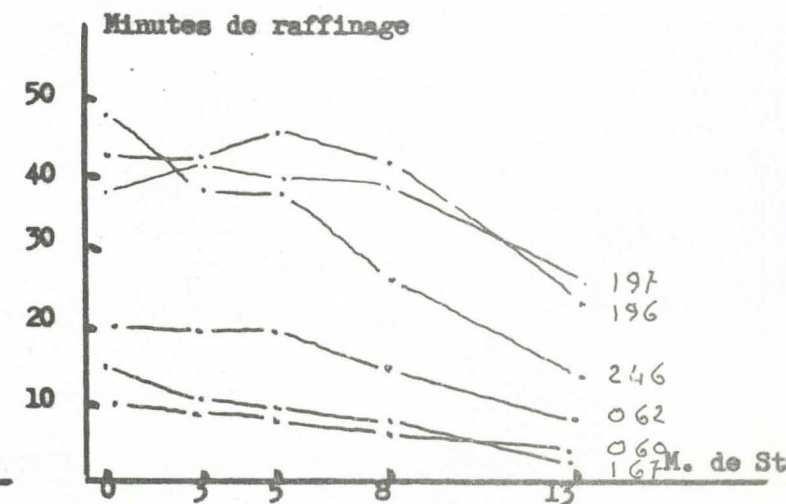
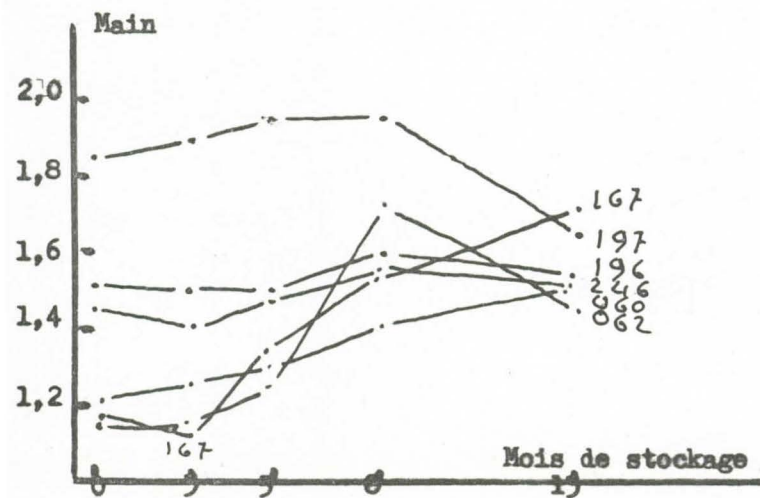
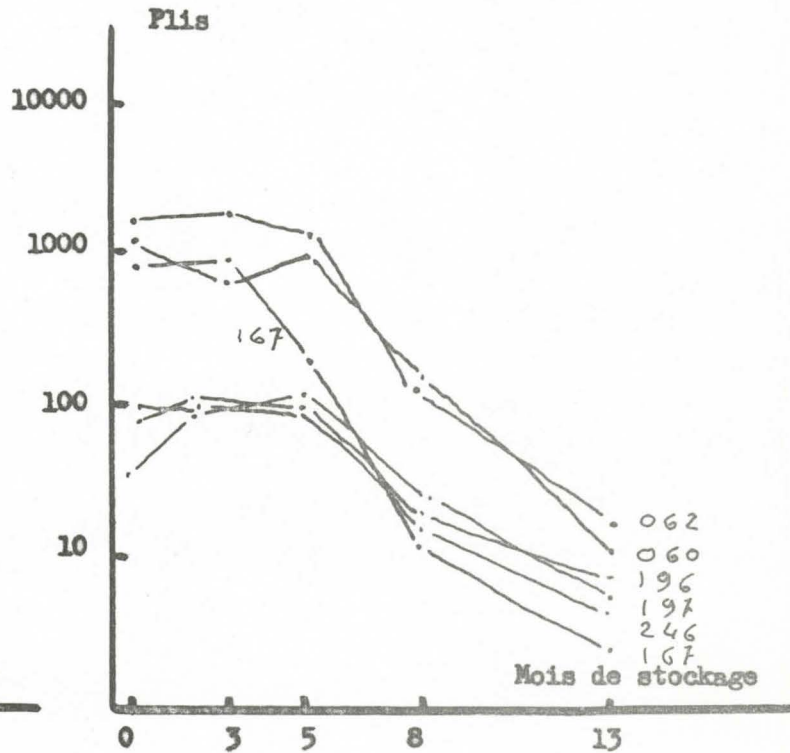
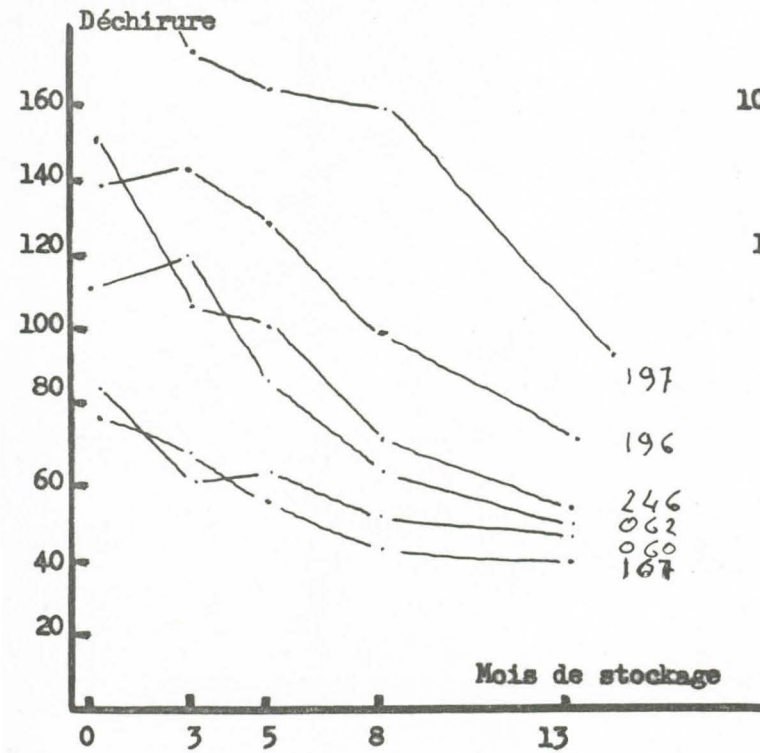
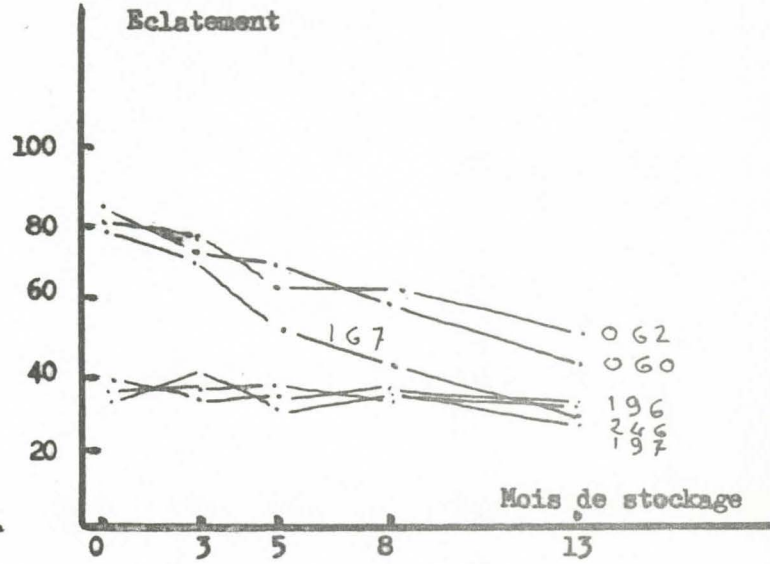
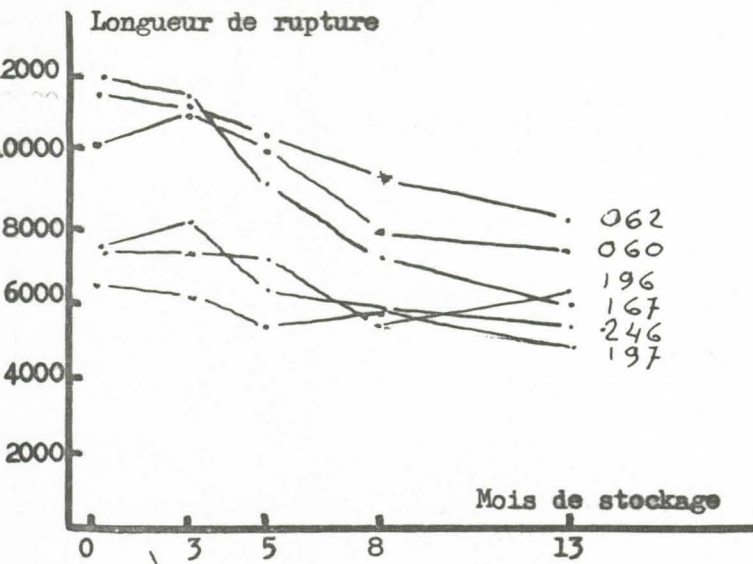
TABLEAU N° 44 - Traitement avec ClO_2Na

: N° :	Essence	: Série d'essais :	Photovolt : écru	Photovolt après blanchiment ClO_2Na	: Stabilité : %	D. P.	:
: 060 :	: Asa :	: 0 :	: 26 :	: 85 :	: 87 :	: 1420 :	:
:	:	: 1 :	: 27 :	: 83 :	: 86 :	: 1420 :	:
:	:	: 2 :	: 23,5 :	: 81 :	: 86 :	: 1230 :	:
:	:	: 3 :	: 23 :	: 77 :	: 89 :	: 1230 :	:
:	:	: 4 :	: 23 :	: 76 :	: 89 :	: 1190 :	:
: 062 :	: Asamingung :	: 0 :	: 31 :	: 85 :	: 88 :	: 1200 :	:
:	:	: 1 :	: 32,5 :	: 85 :	: 88 :	: 1150 :	:
:	:	: 2 :	: 29 :	: 85 :	: 88,5 :	: 1110 :	:
:	:	: 3 :	: 25,5 :	: 81 :	: 89,5 :	: 1150 :	:
:	:	: 4 :	: 20 :	: 76,5 :	: 88 :	: 1120 :	:
: 167 :	: Ilomba :	: 0 :	: 25 :	: 84,5 :	: 89,5 :	: 1400 :	:
:	:	: 1 :	: 25 :	: 83 :	: 89,5 :	: 1380 :	:
:	:	: 2 :	: 23,5 :	: 74 :	: 87,5 :	: 1300 :	:
:	:	: 3 :	: 21 :	: 68,5 :	: 93 :	: 1330 :	:
:	:	: 4 :	: 22 :	: 60 :	: 94 :	: 1210 :	:
: 196 :	: MBangbazoa Afum (Octoknema) :	: 0 :	: 24 :	: 82,5 :	: 86,5 :	: 1190 :	:
:	:	: 1 :	: 23 :	: 83 :	: 85,5 :	: 1160 :	:
:	:	: 2 :	: 21,5 :	: 82 :	: 83 :	: 1100 :	:
:	:	: 3 :	: 20,5 :	: 81,5 :	: 84 :	: 1110 :	:
:	:	: 4 :	: 20,5 :	: 81,5 :	: 83,5 :	: 1130 :	:
: 197 :	: MBangbazoa Evele (Strombosia gr.) :	: 0 :	: 16 - 17,5 :	: 80 :	: 86 :	: 1385 :	:
:	:	: 1 :	: 18,5 :	: 78,5 :	: 85,5 :	: 1190 :	:
:	:	: 2 :	: 15 :	: 78,5 :	: 84 :	: 1100 :	:
:	:	: 3 :	: 14 :	: 77,5 :	: 85,5 :	: 1200 :	:
:	:	: 4 :	: 14 :	: 76,5 :	: 86 :	: 1225 :	:
: 246 :	: Nom Edimpbazoa (Casearia) :	: 0 :	: 24 :	: 83 :	: 87 :	: 1140 :	:
:	:	: 1 :	: 24,5 :	: 83 :	: 87 :	: 1130 :	:
:	:	: 2 :	: 22 :	: 80 :	: 87 :	: 1110 :	:
:	:	: 3 :	: 20 :	: 76,5 :	: 88 :	: 1060 :	:
:	:	: 4 :	: 22 :	: 71,5 :	: 89,5 :	: 1150 :	:
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:

N°	Essence	Longueur	Eclate-	Déchi-	Plis	Porosité	Main	Allonge-	Minutes pour
		rupture	ment	rure				ment %	atteindre
									40 °SR
060	Asa	0 : 10150	85	85	1100	0,9	1,15	4,2	10
		1 : 10900	74	61	850	0,5	1,15	4,0	9
		2 : 10000	70	64	1000	0,4	1,25	4,2	8
		3 : 7950	60	51	250	0,9	1,70	4,1	7
		4 : 7600	44	47	10	1,0	1,40	2,4	5
062	Asamingung	0 : 11450	82	110	1600	4,5	1,20	4,9	20
		1 : 11000	77	120	1700	4	1,25	4,0	20
		2 : 10250	64	87	1550	2	1,30	4,4	20
		3 : 9350	64	62	170	1,8	1,40	4,1	15
		4 : 8050	52	50	30	0,3	1,50	3,5	8
167	Ilomba	0 : 12000	80	83	900	0,4	1,15	3,5	15
		1 : 11300	70	69	1000	0,4	1,10	3,0	10
		2 : 9200	54	56	350	0,4	1,30	3,1	9
		3 : 7200	44	41	16	0,6	1,55	2,6	7
		4 : 6000	30	40	4	1,0	1,70	1,8	3
196	Octoknema	0 : 7400	37	140	100	30	1,5	2,5	43
		1 : 7400	37	144	100	19	1,5	/	43
		2 : 7200	39	130	100	20	1,5	2,6	46
		3 : 5450	35	100	20	25	1,6	2,4	43
		4 : 6200	33	72	10	20	1,5	2,4	23
197	Strombosia gr.	0 : 6500	40	210	50	75	1,85	2,9	38
		1 : 6200	36	175	100	75	1,90	/	43
		2 : 5400	35	165	120	55	1,95	3,0	40
		3 : 5550	36	160	25	42	1,95	2,8	39
		4 : 4900	27	94	8	60	1,65	2,0	24
246	Casearia	0 : 7300	36	152	90	25	1,45	2,7	48
		1 : 8200	41	107	100	20	1,40	2,5	38
		2 : 6400	31	102	100	24	1,50	2,5	39
		3 : 5750	35	72	17	20	1,55	2,2	26
		4 : 5500	31	52	7	14	1,45	2,4	13

Graphique n° 45 - ¹²⁷Bois du Cameroun

Caractéristiques des pâtes après différents temps de stockage



452 Déchirure

Pour toutes les essences, la résistance à la déchirure diminue lorsque le temps de stockage croît. A l'inverse de ce qui a été mis en évidence pour la longueur de rupture et l'éclatement, ce sont les essences peu altérables qui perdent le plus en déchirure. Cela vient de ce que les fibres de ces essences sont initialement beaucoup plus longues donc plus sensibles aux cassures résultant du raffinage lorsqu'elles sont altérées.

Après 13 mois de stockage, la déchirure peut perdre 50 % environ de sa valeur initiale, quelle que soit l'essence.

453 Plis

Pour toutes les essences, la résistance au pliage décroît lorsque le temps de stockage croît. La chute ne devient toutefois très sensible qu'après 3 à 5 mois de stockage.

Le nombre de plis est 20 fois moins élevé après 13 mois de stockage.

454 Main

Pour les essences les plus altérables (060, 062, 167), il est certain que la main augmente sensiblement avec le temps de stockage. Ce phénomène est probablement dû à l'ajourage des fibres qui résulte de l'attaque par les agents fongiques. En effet, le poids des fibres diminue alors que leur volume reste constant.

Pour deux essences peu altérables (196, 246), on observe une légère augmentation de la main avec le temps de stockage, ce qui est toujours en accord avec la remarque précédente.

Pour une essence peu altérable, à fibres très longues, (197) la main après avoir augmenté légèrement finit par décroître. Cette évolution est plus difficile à expliquer. On peut supposer que les fibres initialement longues se coupent beaucoup plus comme on l'a indiqué pour la déchirure. Or les fibres courtes confèrent aux papiers une main plus faible que les fibres longues en raison d'une texture différente.

455 Porosité

Il est difficile dans ce cas de définir une évolution générale d'autant plus que l'amplitude des variations est relativement faible pour ce type de caractéristiques dont l'échelle des valeurs est très étendue. Pour certaines essences, généralement peu altérables et de densité élevée, la porosité semble décroître légèrement avec le temps de stockage. Pour d'autres essences, généralement les essences altérables, la porosité ne change guère ou même au contraire augmente. Il n'est pas possible pour le moment, d'expliquer ces deux phénomènes.

456 Allongement

Pour toutes les essences, l'allongement à la traction décroît lorsque le temps de stockage croît, suivant en cela une évolution semblable à celle qui est observée pour l'éclatement ou la longueur de rupture.

457 Temps de raffinage

Pour toutes les essences, le temps de raffinage décroît lorsque le temps de stockage croît.

Par rapport aux valeurs initiales, le temps de raffinage peut décroître de plus de 50 %, et même des deux tiers dans le cas de l'Ilomba (15' à 3').

46 CONCLUSION RELATIVE AU STOCKAGE DES BOIS

Les différents essais effectués sur des bois camerounais stockés à l'air libre en climat tropical mettent en évidence une dégradation assez rapide de la matière première ligneuse. D'un point de vue papetier, l'altération des bois entraîne un certain nombre d'inconvénients.

Le premier concerne une diminution du poids de bois d'où une augmentation du prix de revient à volume constant.

D'autre part, les caractéristiques mécaniques des pâtes correspondant aux bois altérés ont tendance à baisser sensiblement dans le cas d'un stockage prolongé. Quelques avantages particuliers comme l'augmentation de la vitesse de raffinage des pâtes ou de la main des papiers ne compensent pas les inconvénients signalés.

Sur le plan de la cuisson et du blanchiment des pâtes, l'incidence du temps de stockage est un peu moins marquée mais reste cependant défavorable.

Recommandation :

Bien qu'il soit techniquement possible de fabriquer de la pâte à papier à partir de bois altérés, on a donc intérêt à limiter autant que possible le temps de stockage des bois camerounais. Au point de vue pratique, un stockage d'un mois ne devrait pas entraîner de conséquences importantes mais un stockage de 3 mois serait déjà préjudiciable. Un stockage de plus longue durée est vivement déconseillé.

- 130 -

- 5 -

ESSAIS SEMI INDUSTRIELS

	Page
5 ESSAIS SEMI INDUSTRIELS	130
51 BUT DES ESSAIS	132
52 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION SEMI INDUSTRIELLE UTILISEE POUR LA CUISSON, LE BLANCHIMENT ET LE TIRAGE DES PAPIERS	133
521 FABRICATION DE PATE ECRUE	133
522 FABRICATION DE PATE BLANCHIE	134
523 FABRICATION DE PAPIERS	135
53 MATIERE PREMIERE ET PRODUITS DIVERS	136
531 VEGETAUX	136
532 PRODUITS CHIMIQUES	136
54 CONDITIONS D'ESSAIS - RESULTATS	136
541 FABRICATION DE PATE ECRUE	136
542 FABRICATION DE PATE BLANCHIE	141
543 FABRICATION DES PAPIERS	165
55 PROPRIETES D'IMPRIMABILITE	167
551 CARACTERISTIQUES D'IMPRIMABILITE	167
552 COMPARAISON DES DEUX PAPIERS	176
56 CONCLUSION AU SUJET DES ESSAIS SEMI INDUSTRIELS	176

5 ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS

51 BUT DES ESSAIS

Afin d'une part de confirmer les résultats obtenus au laboratoire, d'autre part d'observer le comportement des bois et des pâtes dans une chaîne plus proche de celles qui existent en usine, on a procédé à une série d'essais semi-industriels à partir des essences camerounaises.

Dans ce but, on a fait venir une tonne de bois camerounais stockés fin 1969 dans la région d'Edéa. L'état sanitaire d'un grand nombre des échantillons de bois ainsi stockés s'étant révélé qualitativement insuffisant, on a décidé de procéder à une nouvelle récolte et à une nouvelle expédition, afin de travailler sur des bois non altérés, tout au moins dans le cas des principales essences. Le nombre d'essences altérées dans le mélange traité au stade semi-industriel a donc été relativement limité.

Une mise en copeaux effectuée aux Papeteries de la Seine à Nanterre sur coupeuse Söderhams n'a donné lieu à aucune difficulté. La mise en copeaux a toutefois été trop rapide pour qu'il soit possible d'apprécier le degré d'usure des couteaux. Seul un essai de longue durée aurait été instructif à ce point de vue.

Les essais papetiers ont été réalisés en juin 1971 à la station expérimentale du Centre Technique de La Papeterie à Grenoble. Ils portaient sur deux lots de copeaux de 300 kg. chacun correspondant à des mélanges hétérogènes.

Les deux mélanges de bois suivants ont été traités :

- Mélange représentatif de la forêt camerounaise dans l'hypothèse I, c'est-à-dire dans l'hypothèse d'un approvisionnement à partir de tous les bois de la forêt.
- Mélange représentatif de la forêt camerounaise dans l'hypothèse II, c'est-à-dire dans l'hypothèse d'une sélection des bois, certaines essences indésirables étant laissées en forêt.

Ces deux mélanges sont semblables à ceux qui ont été définis au chapitre 3.

Les essais réalisés à partir des deux mélanges de bois camerounais ont comporté une cuisson au sulfate, un blanchiment et un tirage de papier du type impression écriture.

.../

52 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION SEMI-INDUSTRIELLE UTILISEE POUR LA CUISSON, LE BLANCHIMENT ET LE TIRAGE DES PAPIERS

521 Fabrication de pâte écrue

L'installation de cuisson comprend un lessiveur en acier ordinaire, cylindrique, vertical fixe, de 1200 litres de capacité, avec circulation de lessive par pompe et chauffage indirect par calorisateur à tubes. Ce dernier est alimenté en vapeur saturée sous une pression de 11 bars, au moyen d'une vanne de réglage à commande manuelle.

L'aspiration de lessive est faite par une crépine circulaire située au tiers de la hauteur à partir de la base et de caractéristiques suivantes :

- Diamètre intérieur	800 mm
- Diamètre des perforations	8 mm
- Surface de vide	0,1056 m ²

La liqueur est refoulée, après chauffage, à la base et à la partie supérieure du lessiveur au moyen d'une pompe de circulation (débit : 40 m³/heure environ). Le réglage du débit de circulation haute et basse est assuré par une vanne montée sur chaque tuyauterie de refoulement. Pour les présents essais, la vanne de circulation haute était ouverte au maximum afin d'obtenir une répartition homogène de lessive à la surface du végétal.

Par ailleurs, un manomètre est installé sur la tuyauterie d'aspiration de la pompe (entre la crépine du lessiveur et la pompe elle-même). La différence de pression (perte de charge) enregistrée entre ce manomètre (Pa) et celui indiquant la pression interne du lessiveur (Pi) traduit un colmatage de la crépine par des éléments fibreux et, en conséquence, un ralentissement de la circulation de lessive.

Les produits chimiques (soude et sulfure) sont dissous dans une cuve à agitateur. Après introduction des copeaux dans le lessiveur, la liqueur blanche ainsi préparée est envoyée dans ce dernier, au niveau de la crépine, par l'intermédiaire d'une pompe.

Après fermeture du couvercle et démarrage de la pompe de circulation, on commence le chauffage.

Un dégazage rapide est effectué vers 100° C, pour chasser l'air contenu dans le lessiveur. En fin de cuisson, après échappement pour abaisser la pression, le contenu est soufflé à 2,6 - 2,8 bars dans un diffuseur.

Après égouttage de la liqueur noire, la pâte est lavée d'une part dans le diffuseur à l'eau chaude (80° C) avec égouttages intermédiaires, d'autre part à l'eau froide dans une caisse d'égouttage où est vidé le diffuseur.

La pâte lavée est ensuite désintégrée dans un séparateur à doigts, tournant à 80 t/mn, puis prédiluée à la concentration de 1,5 à 2 % dans un cuvier où l'on détermine le rendement de la cuisson par mesures de la concentration en pâte et du volume.

Après nouvelle dilution à 4 - 6 g/litre, la pâte est d'abord traitée sur un classeur plat vibrant équipé d'une plaque perforée de trous (\varnothing 4 mm) en vue d'éliminer les incuits, puis classée sur un appareil centrifuge noyé avec chemises à perforations de \varnothing 1,6 mm.

Les refus du classeur rotatif sont repris par un classeur plat à secousses, avec plaques à fentes de 0,3 mm, qui sépare les bûchettes.

On détermine le poids sec des incuits et bûchettes récupérés, pour le calcul du rendement en pâte classée.

La pâte classée est concentrée à 4 - 5 % environ, sur un épaisseur à forme ronde avec toile métallique n° 30/cm en vue du blanchiment. Les eaux blanches sont recyclées pour la dilution aux divers appareils de classage. En fin d'opération, on détermine la quantité de matière contenue dans les eaux blanches rejetées à l'égout, par mesure du volume et de la concentration.

Le rendement "théorique" en pâte classée est obtenu en déduisant du poids de pâte non classée, le poids des refus (incuits + bûchettes); sa valeur correspondrait au cas d'une installation industrielle recyclant en totalité les eaux blanches ou récupérant les matières en suspension.

Le rendement "effectif" en pâte classée est celui effectivement obtenu sur la présente installation avec pertes de matières dues au rejet des eaux blanches en fin de classage : il est calculé en déduisant du rendement théorique les pertes en eaux blanches rapportées au végétal sec.

522 Fabrication de pâte blanchie

L'installation de blanchiment comporte deux tours verticales où sont effectuées les différentes phases de blanchiment :

- L'une, de capacité 5 m³ en acier, revêtue intérieurement d'une couche ébonitée, est réservée à la chloration. Un agitateur à bras et une circulation de la pâte de bas en haut assurent l'homogénéité du mélange chlore-pâte. Le chlore est injecté en amont d'une pompe de mélange alimentant la tour.
- L'autre, de capacité 2 m³, en P.V.C armé, est utilisée pour les phases autres que la chloration (sodation, réaction avec les agents chlorés). La pâte y séjourne à une concentration de 6 à 8 %.

L'ensemble est complété par :

- un filtre à vide, pour le lavage de la pâte après chaque phase de blanchiment.
- un repulpeur en acier inox désagrégeant le gâteau de pâte à la sortie du filtre à vide (siccité 12 - 14 %).
- deux mélangeurs-réchauffeurs en pyrex où s'effectuent le chauffage de la pâte à la vapeur et l'introduction des réactifs de blanchiment par l'intermédiaire de débitmètres-gyromètres.

On détermine, en fin d'opération, les différentes pertes de matières subies au cours du blanchiment en vue du calcul du rendement en pâte blanchie, ainsi que le poids de pâte sèche recueillie, par pesées et mesures de la siccité.

523 Fabrication de papiers

La fabrication du papier est réalisée sur une machine à papier expérimentale, dont les caractéristiques essentielles sont mentionnées ci-après :

523.1 Préparation de la pâte

La pâte blanchie, destinée à la fabrication du papier, est envoyée à l'atelier de raffinage comprenant deux cuviers verticaux de 10 m³ chacun et un raffineur conique "Hydrafiner 00" équipé de garnitures acier à lames d'épaisseur 12 mm.

Après raffinage, la pâte est pompée dans un cuvier horizontal de 5 m³, à agitateur remplissant le rôle de cuvier de tête dans lequel sont introduits et mélangés les divers adjuvants.

L'alimentation de la machine en pâte et eaux blanches est réalisée à partir de deux capacités coniques à niveau constant, en charge de 2,5 m sur deux vannes de réglage de débit.

Après dilution, la pâte est épurée dans un Vortrap et s'écoule dans la caisse de tête fonctionnant sous dépression. Cette dilution s'effectue avec les eaux blanches provenant de la table de fabrication (égouttage des pontuseaux et caisses aspirantes).

523.2 Machine à papier

Vitesse 5 à 100 m/mn

Largeur de papier fin de machine environ 500 mm

Table de fabrication avec tablier, caisses humides, pontuseaux \varnothing 70 mm, caisses aspirantes, rouleau égoutteur et cylindre aspirant.

Branlement angulaire réglable en marche.

Deux presses : une presse coucheuse et une montante, identiques, avec cylindres supérieur en Microrok et inférieur en caoutchouc. Pression pneumatique.

La sécherie comprend :

- une présécherie de 16 sècheurs \varnothing 500 mm disposés en 4 batteries de 4 sècheurs.
- une post-sécherie de 8 sècheurs.
- une enrouleuse à 2 broches avec embrayage à friction.

53 MATIERE PREMIERE ET PRODUITS DIVERS

531 Végétaux

La matière première nécessaire aux essais a été livrée en sacs sous forme de copeaux et comportait deux lots de copeaux référencés :

- Hypothèse I
- Hypothèse II (Voir chap. 3)

La siccité des copeaux à la réception était voisine de 82 %. Les valeurs exactes ont été déterminées lors du chargement du lessiveur.

Avant cuisson, chaque lot a été classé séparément sur un classeur giratoire, afin d'éliminer les gros éclats (tamis à mailles carrées de 30 mm de côté) et les poussières (mailles de 3 mm).

Après classage, on a procédé à une homogénéisation de chacun des 2 lots.

532 Produits chimiques

Les agents chimiques utilisés pour les cuissons et blanchiments sont des produits commerciaux, à l'exception du bioxyde de chlore fabriqué par nos soins, dosés avant emploi afin de déterminer leur pureté. Les pourcentages de réactifs donnés dans le présent rapport sont calculés et exprimés en produits purs.

Le bioxyde de chlore en solution (ClO_2) est préparé dans un appareil Krantz, selon un principe dérivé du procédé Rapson. Cette solution contient, outre le bioxyde de chlore pur, une petite proportion de chlore dissous (15 à 20 % environ de la teneur en ClO_2). Les dosages iodométriques permettent de déterminer le titre exact de la solution en ClO_2 pur et Cl_2 , mais l'on n'indiquera dans les tableaux relatifs au blanchiment que les taux de ClO_2 introduits ou consommés, exprimés en ClO_2 pur.

54 CONDITIONS D'ESSAIS - RESULTATS

541 Fabrication de pâte écrue

541.1 Classage du végétal

Les résultats sont donnés au tableau suivant

Tableau 541.1 - Classage des copeaux

: Référence du Végétal	: Hypothèse 1	: Hypothèse 2	:
: Végétal accepté %	: 95	: 95	:
: Eclats (Refus grille 30 x 30) %	: 2,5	: 3	:
: Poussières (à travers grille 3x3) %	: 2,5	: 2	:

541.2 Conditions de cuisson

On récapitule les conditions de cuisson réalisées, au tableau 541.2, dans lequel les proportions de réactif sont rapportées au poids de végétal classé, compté absolument sec.

Tableau 541.2 - Conditions de cuisson

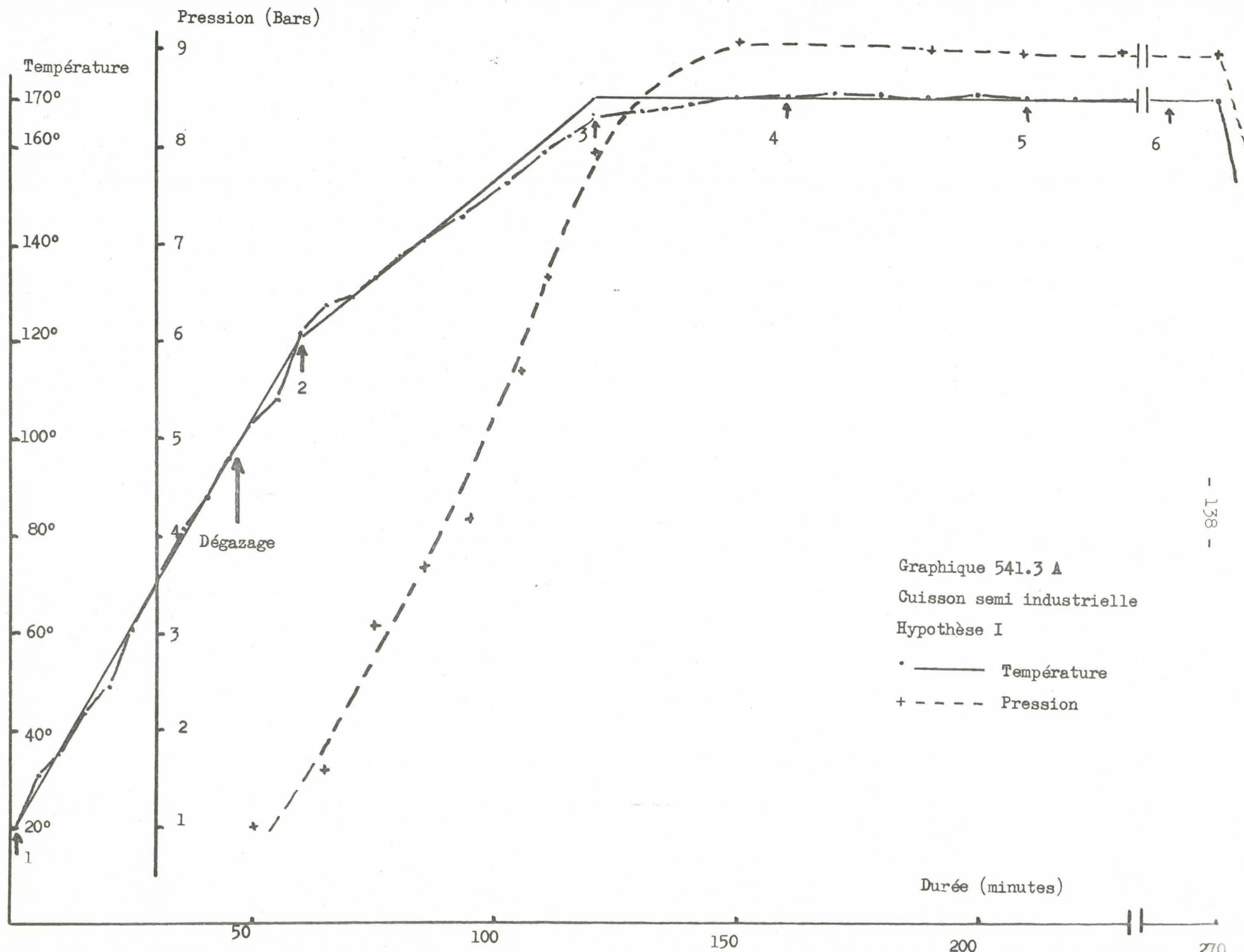
Référence du Végétal	Hypothèse 1	Hypothèse 2
Siccité du végétal au chargement		
du lessiveur %	82	84
Poids de végétal absolument sec		
introduit dans le lessiveur kg	238	252
Densité de chargement du lessiveur		
(à S \neq 83 %) kg/m ³	313	266
Soude introduite %	18	18
Sulfure de Sodium introduit	3,9	3,9
Hydromodule	3,3/1	3,3/1
Température en début de cuisson °C	27	30
Durée de montée en température		
(à 120° C) mn	60	60
(de 120 à 170° C) mn	60	60
Palier :		
Durée mn	150	120
Température °C	170	170
Durée du dégazage final mn	30	40

Sur les graphiques 541.3 sont tracées les évolutions de la pression et de la température au cours de ces deux cuissons.

541.3 Consommation de soude

En cours de cuisson, divers prélèvements de lessive ont été effectués en vue de déterminer la consommation de réactifs, la soude restante étant dosée par la méthode de Michel et Jaffard.

Les résultats sont indiqués au tableau suivant



Graphique 541.3 A
Cuisson semi industrielle
Hypothèse I

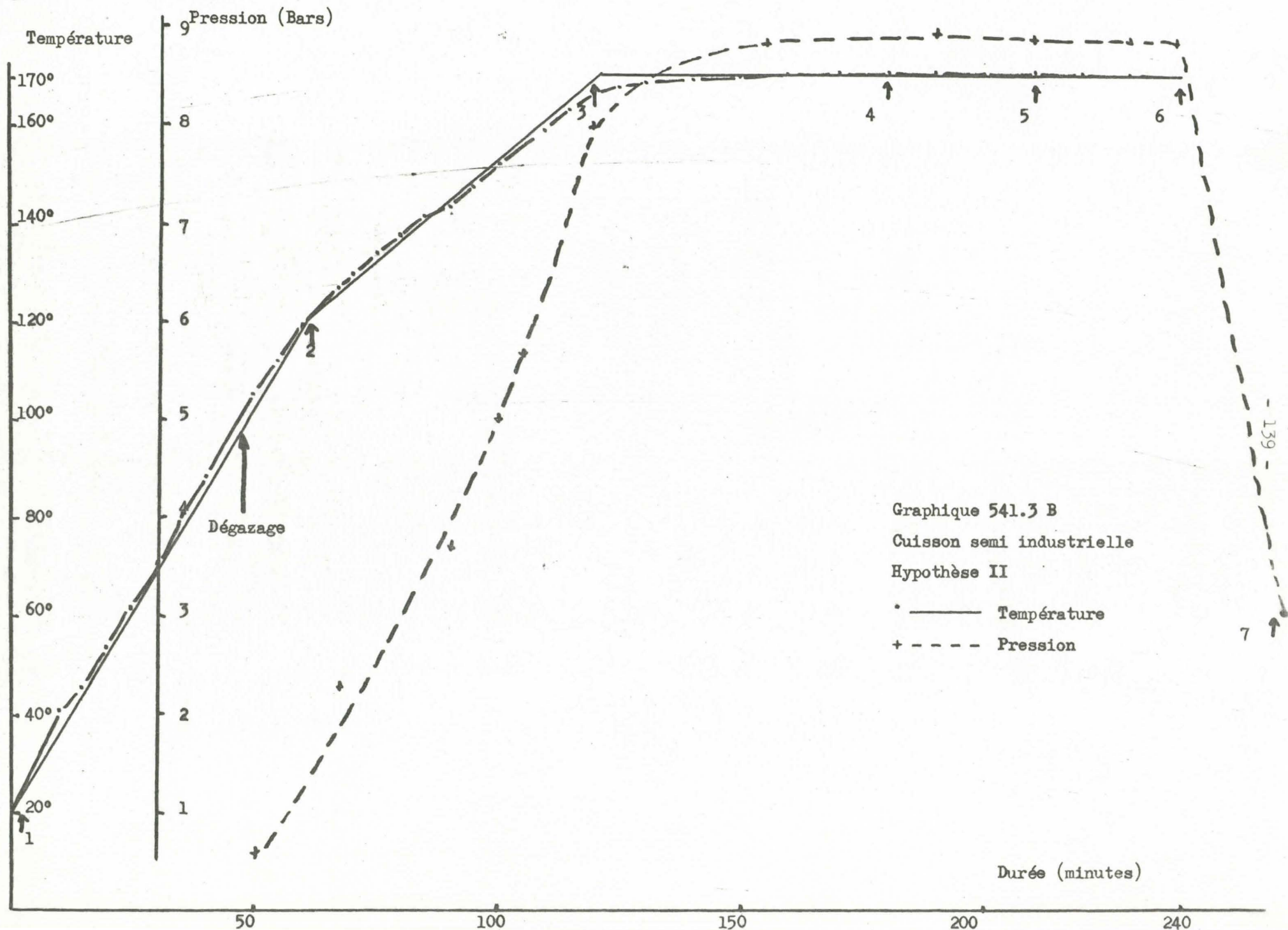


Tableau 541.3 - Analyses de lessive

Référence du Végétal	Hypothèse I		Hypothèse II	
Prélèvements	Soude restante g/l	Soude consommée %	Soude restante g/l	Soude consommée %
Liqueur blanche	57,6	-	56	-
Lessive froide (début chauffe)	(1) 49,6	15,6	(1) 47,2	17,6
Après 60 mn de cuisson	(2) 24,8	57,2	(2) 28,4	51
Début Palier (120 mn de cuisson)	(3) 13,2	77,5	(3) 13,2	77
Après 40 mn de Palier (160 mn de cuisson)	(4) 8,8	85		
Après 60 mn de Palier (180 mn de cuisson)			(4) 2,8	95
Après 90 mn de Palier (210 mn de cuisson)	(5) 2,0	96,5	(5) 2,2	95,5
Après 120 mn de Palier (240 mn de cuisson)	(6) 1,8	97	(6) 2,0	96
Liqueur noire finale (fin dégazage final)	(7) 1,8	97	(7) 1,2	98

Les numéros entre parenthèses situent, sur les graphiques annexes 541.3 A et B la position dans le temps des prélèvements.

541.4 Caractéristiques de la liqueur noire.

Elles sont mentionnées au tableau suivant

Tableau 541.4 - Etude des liqueurs noires

Référence du Végétal	Hypothèse I	Hypothèse II
Soude restante g/l	1,8	1,2
pH	10,8	11,2
Matières sèches (à 110° C) g/l	231	(x)
Pouvoir calorifique Kcal/kg	4000	3750

(x) n'a pas été déterminée.

541.5 Rendement à la cuisson - Bilan de classage

Les résultats sont mentionnés au tableau 541.5, dans lequel les rendements sont rapportés au végétal compté sec et les refus du classage (incuits, bûchettes) ainsi que les pertes, calculés sur pâte sèche.

Tableau 541.5 - Bilan du classage

Référence du Végétal	Hypothèse I	Hypothèse II
Poids de pâte sèche non classée kg:	95	108
Rendement de cuisson %	40	43
Incuits (refus classeur vibrant) %	2	0,2
Bûchettes (refus classeur plat) %	0,5	0,4
Pertes dans les eaux blanches (épaississeur) %	7	7,2
Rendement théorique en pâte classée %	39,0	42,8
Rendement effectif en pâte classée %	36,2	40,0
Indice de permanganate	13	9,7

541.6 Observations

Aucune difficulté particulière n'a été rencontrée au cours de la fabrication de pâte écrue.

542 Fabrication de pâte blanchie

542.1 Conditions d'essais - Résultats

Le niveau de blancheur exigé (90 Elrepho) nous conduit à adopter le traitement en cinq phases selon le processus CEDED, avec lavage terminal à l'aide d'une solution d'anhydride sulfureux.

Phase 1 : Chloration (au chlore gazeux)
 Phase 2 : Extraction alcaline à la soude
 Phase 3 : 1^{er} traitement au bioxyde de chlore
 Phase 4 : Extraction alcaline à la soude
 Phase 5 : 2^{ème} traitement au bioxyde de chlore
 Lavage terminal acide (pH : 5) par l'anhydride sulfureux.

Les détails des différentes phases, ainsi que les résultats correspondants, sont indiqués au tableau 542.1

Tableau 542.1 - Blanchiments en station semi-industrielle

Référence du Végétal	Hypothèse I	Hypothèse II
Poids de pâte écrue kg	85	97
Indice de permanganate pâte écrue	13,0	9,7
<u>1^{ère} phase : Chloration</u>		
Cl ² actif introduit (/pâte) %	4,5	3,5
Concentration pâte %	2,4	2,7
Durée (Introduction mn	30	35
(Réaction mn	55	40
Température °C	20	20
pH final 2,1		2,5
Dosages en fonction du temps		
Après mn	25 45 55	20 35
Cl ² consommé (/Qté introduite) .. %	80 80 80	84 85
pH 2,3	2,1 2,1	2,5 2,5
Cl ² actif total consommé (/pâte) %	3,6	3,0
<u>2^{ème} Phase : Extraction alcaline</u>		
OHNa introduit (/pâte) %	2,0	2,0
Concentration pâte %	6,3	7,3
Durée (Introduction mn	50	75
(Réaction mn	60	60
Température °C	63-65	62-63
pH final 10,8 - 11		11,2 - 11,3
Indice de MnO ⁴ K après lavage ...	4,5	3,2

...

Tableau 542.1 (suite)

Référence du Végétal		Hypothèse I			Hypothèse II		
<u>3ème Phase : Bioxyde de chlore</u>							
ClO ² pur introduit (/pâte)	%:	1,0			1,1		
Concentration pâte	%:	5,7			6,2		
Durée (Introduction	mn:	60			70		
(Réaction	mn:	210			180		
Température	°C:	73-71			74-73		
pH (début	:	2,9			3		
(fin	:	2,7			2,3		
Dosages après	mn:	60	120	210	30	60	180
ClO ² (/Qté introduite)	%:	Tr.	Tr.	Tr.	70		96
Blancheur (Elrepho)	:	70	70	70,5	75,5	75,5	75,5
ClO ² total pur consommé (/pâte)	%:	1,0			1,0		
Blancheur (Elrepho)	:	70,5			75,5		
<u>4ème phase : Extraction alcaline</u>							
OHNa introduit (/pâte)	%:	1,4			1,0		
Concentration pâte	%:	6,1			6,9		
Durée (Introduction	mn:	75			85		
(Réaction	mn:	60			60		
Température	°C:	63-61			62-60		
pH final	:	10,9-11			10,9-11		
<u>5ème Phase : Bioxyde de chlore</u>							
ClO ² pur introduit (/pâte)	%:	0,7			0,7		
Concentration pâte	%:	6,2			6,6		
Durée (Introduction	mn:	60			65		
(Réaction	mn:	210			240		
Température	°C:	74-72			74-72		
pH (début	:	5,3			6,2		
(fin	:	3,4			3,8		
Dosages après	mn:	60	150	210	30	130	180 240
ClO ² consommé (/Qté introduite)	%:	66	66	66	57	57	68 83
Blancheur	:	85,1	85,1	85,5	85	87,2	86,8 87
ClO ² consommé (/pâte)	%:		0,46			0,58	
Blancheur	:		86			87	
<u>Lavage terminal à SO²</u>							
Concentration pâte	%:	14,3			15,3		
pH	:	4,5-5			4,5-5		
Blancheur	:	86,5-87			87,5		
<u>Résultats</u>							
Chloration	:						
Cl ² introduit (/pâte)	%:	4,5			3,5		
Cl ² consommé (/pâte)	%:	3,6			2,95		
ClO ² introduit (/pâte)	%:	1,7			1,8		
ClO ² consommé (/pâte)	%:	1,4			1,6		
Blancheur finale	:	86,5-87			87,4-87,5		
Rendement blanchiment (1)	%:	91			90		

(1) Pertes au lavage (filtre à vide) non contrôlées.

542.2 Remarques

Le niveau de blancheur de 90 n'a pu être atteint sur les 2 pâtes avec les doses de réactifs introduits pourtant en excès.

Il semble, par comparaison avec des pâtes de résineux ou de feuillus classiques, qu'à indice de permanganate égal, les 2 pâtes écrues obtenues présentent une moins bonne aptitude au blanchiment. Un degré de blancheur de 90 aurait vraisemblablement été atteint en augmentant la quantité de ClO_2 en 3ème Phase.

542.3 Essais complémentaires effectués au laboratoire de la Division de Cellulose du Centre Technique Forestier Tropical

a) Les échantillons de pâtes semi-industrielles blanchies ont été analysées à Nogent; on a trouvé les résultats suivants :

: Mélange	: Hypothèse I	: Hypothèse II	:
: Photovolt	: 86,5	: 87	:
: Stabilité %	: 90,5	: 93,5	:
: D.P.	: 605	: 610	:
: Indice de Cuivre	: 0,6	: 0,55	:
:	:	:	:

b) Parallèlement, on a répété au laboratoire les essais de blanchiment effectués au stade semi-industriel en conservant constantes toutes les quantités de réactifs à l'exception du pourcentage de ClO_2 en troisième phase qui a été augmenté (1,5 % introduit au lieu de 1 à 1,1 %), ceci pour vérifier l'hypothèse formulée au paragraphe 542.2.

Les conditions opératoires et les résultats obtenus sont consignés au tableau 542.3. On peut en tirer les remarques suivantes :

Les quantités de chlore consommées à la chloration sont un peu plus élevées que celles enregistrées à grande échelle. Ceci est d'ailleurs classique, les pertes en réactifs étant généralement plus importantes sur de petites quantités pour lesquelles l'effet de masse ne joue pas.

De plus, malgré une augmentation du taux de ClO_2 ajouté après la chloration les photovolts atteints à ce stade, comme en fin de blanchiment ne sont pas plus élevés.

Il semblerait donc que si l'on désire atteindre des blancheurs de l'ordre de 90°, il faille envisager soit une modification de la technique de blanchiment (par ex : addition de peroxyde au cours d'une des phases d'extraction alcaline), soit une modification des conditions de cuisson afin d'obtenir des pâtes un peu moins cuites.

D'autre part si l'on compare les caractéristiques chimiques des pâtes blanchies au stade du laboratoire et du demi grand on s'aperçoit que les valeurs trouvées sont du même ordre de grandeur pour les deux mélanges.

Enfin, les rendements trouvés au Centre Technique Forestier Tropical semblent mieux correspondre à la réalité et confirmer que les valeurs du Centre Technique de la Papeterie sont trop faibles.

Tableau 542.3 - Blanchiments en laboratoire

: Type de mélange	: Hypothèse I	: Hypothèse II
: I. MnO_4K de la pâte	: 13	: 9,7
: D.P. pâte écrue	: 705	: 720
: 1ère phase - chloration		
: Cl introduit % (eau de chlore)	: 4,5	: 3,5
: Cl cons. %	: 4,15	: 3,4
: 2ème phase - Extraction alcaline		
: NaOH int. %	: 2	: 2
: NaOH cons. %	: 0,9	: 0,85
: 3ème phase - Bioxyde de chlore		
: ClO_2 int. %	: 1,5	: 1,5
: ClO_2 cons. %	: 1,4	: 1,4
: Photovolt	: 72	: 74,5
: 4ème phase - Extraction alcaline		
: NaOH int. %	: 1	: 1
: NaOH cons. %	: 0,5	: 0,5
: 5ème phase - Bioxyde de chlore		
: ClO_2 int. %	: 0,7	: 0,7
: ClO_2 cons. %	: 0,47	: 0,44
: Photovolt fin blanchiment (+ SO_2)	: 87 (88)	: 87,5 (88,5)
: Stabilité %	: 91	: 92,5
: D.P.	: 620	: 670
: Indice de Cuivre	: 0,6	: 0,4
: Rendement %	: 94	: 96

542.4 Caractéristiques des pâtes obtenues

Les pâtes écrues et blanchies obtenues en station semi-industrielle à partir des deux mélanges ont été raffinées de trois façons différentes : Pile Waller, Jokro, Bauer à disques. Les pâtes raffinées ont été tirées à la formette Köthen en feuilles de 60 g/m^2 puis analysées après conditionnement.

Les graphiques annexes 542.4 ($A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2, D_3, E_1, E_2, E_3, F_1, F_2, F_3$) donnent le détail des résultats obtenus. Le tableau 542.4 donne les valeurs extrapolées à 40°SR .

Les caractéristiques sont satisfaisantes et conformes à ce que l'on pouvait envisager d'après l'étude antérieure de laboratoire.

Tableau n° 542.4 - Caractéristiques des pâtes

Pâtes	Ecrues						Blanchies					
	Pile		Jokro		Bauer		Pile		Jokro		Bauer	
Mélange	Hyp. I	Hyp. II	Hyp. I	Hyp. II	Hyp. I	Hyp. II	Hyp. I	Hyp. II	Hyp. I	Hyp. II	Hyp. I	Hyp. II
L. de rupture	7850	7600	7100	7050	7100	6750	7550	7200	7000	7000	7000	6100
Allongement %	3,8	3,2	3,8	3,3	3,6	3,5	3,5	3,2	3	3,2	3,6	3,6
Eclatement	52	51	41,5	40,5	45	43	47,5	47	37,5	36	40	42,5
Déchirure	110	112	109	103	131	106	96	99	87	85	116	113
Main	1,62	1,58	1,54	1,32	1,75	1,54	1,57	1,50	1,56	1,42	1,65	1,60
Plis	190	255	55	35	55	85	215	85	20	30	60	40
Porosité	5	3,8	18	9	5	3,5	2,4	4,0	18	11	4	3,5
Opacité	/	/	/	/	/	/	66,5	65	64	63	67	66
Temps pour atteindre 40 °SR	40'	40'	/	45'	/	/	32'	30'	36'	34'	/	/
Blancheur sur pâte brute feuille 60 g/m ²	/	/	/	/	/	/	89	90	89	87,5	86,5	86

Graphique n° 542.4 A₁

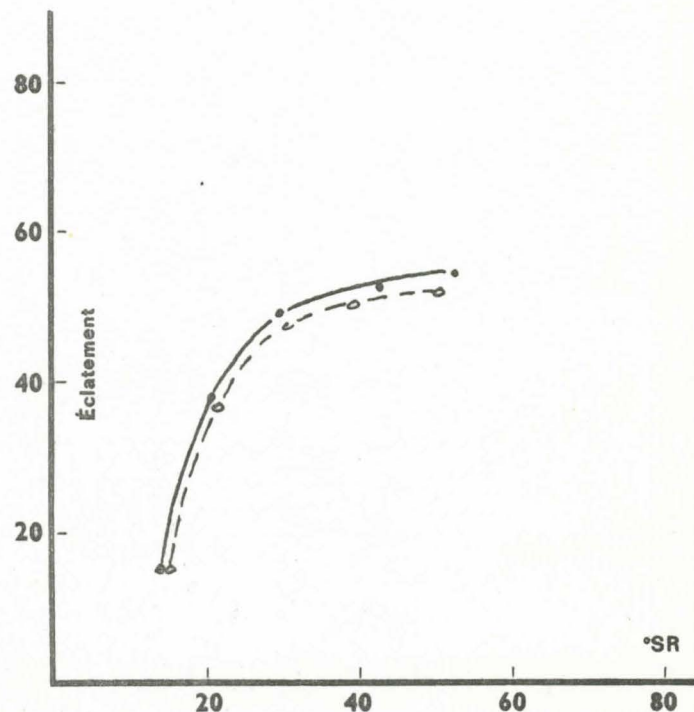
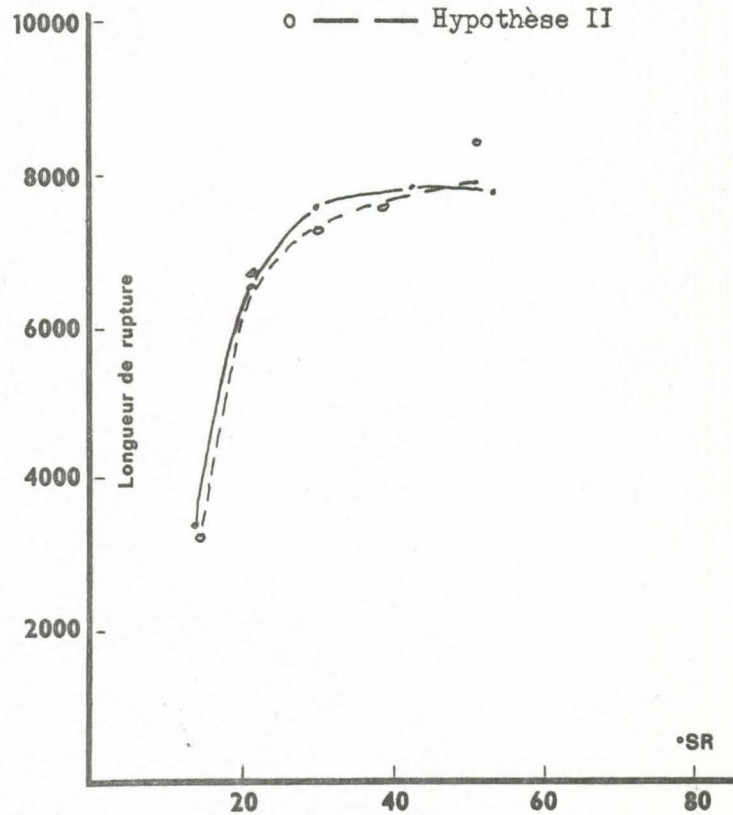
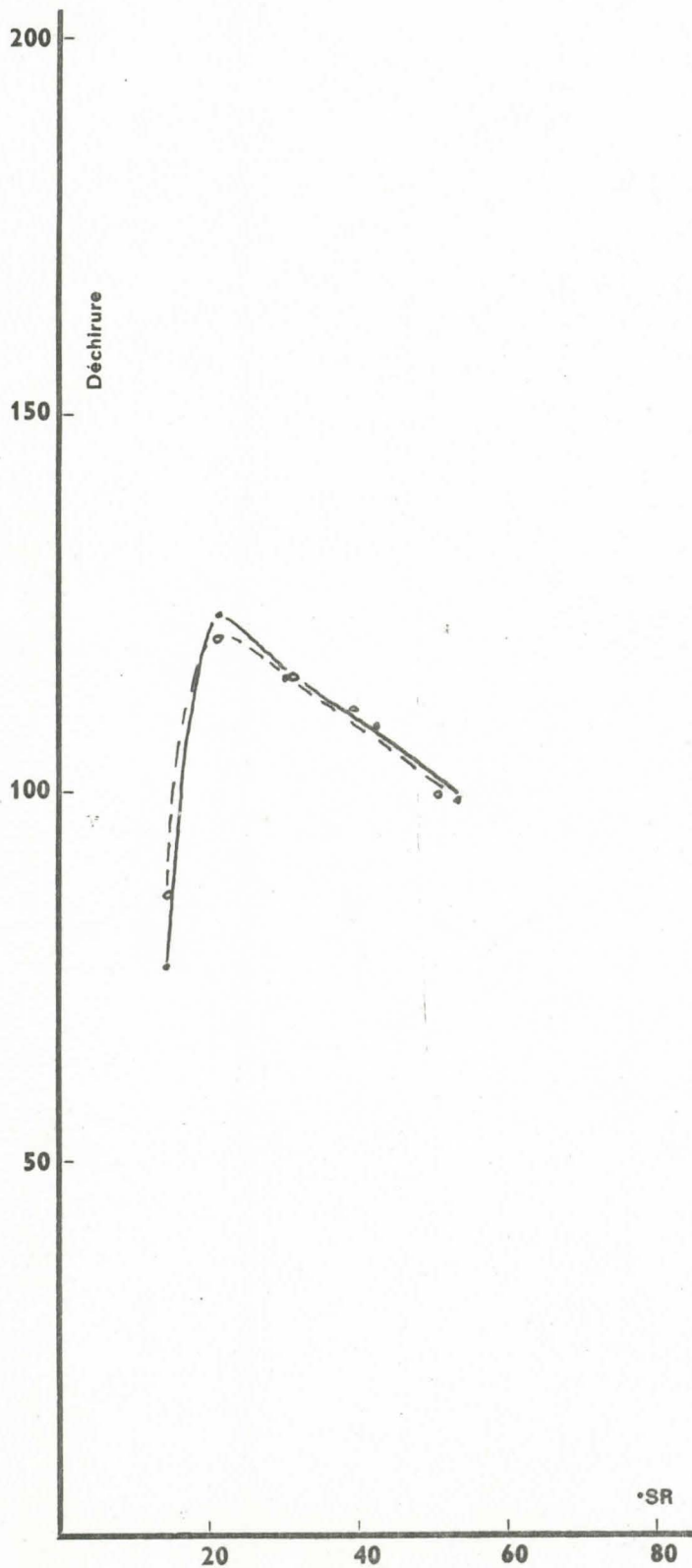
Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Pile Walley

• ——— Hypothèse I

o ——— Hypothèse II



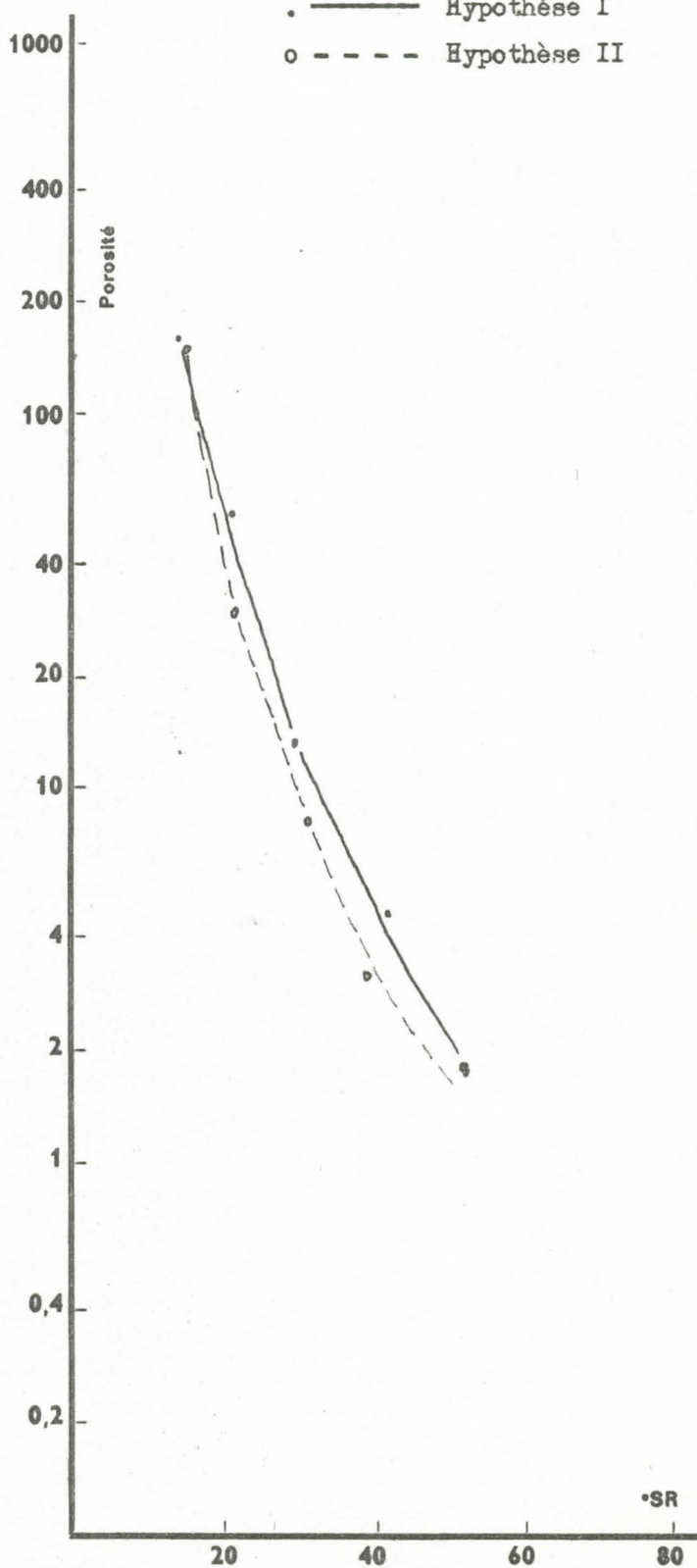
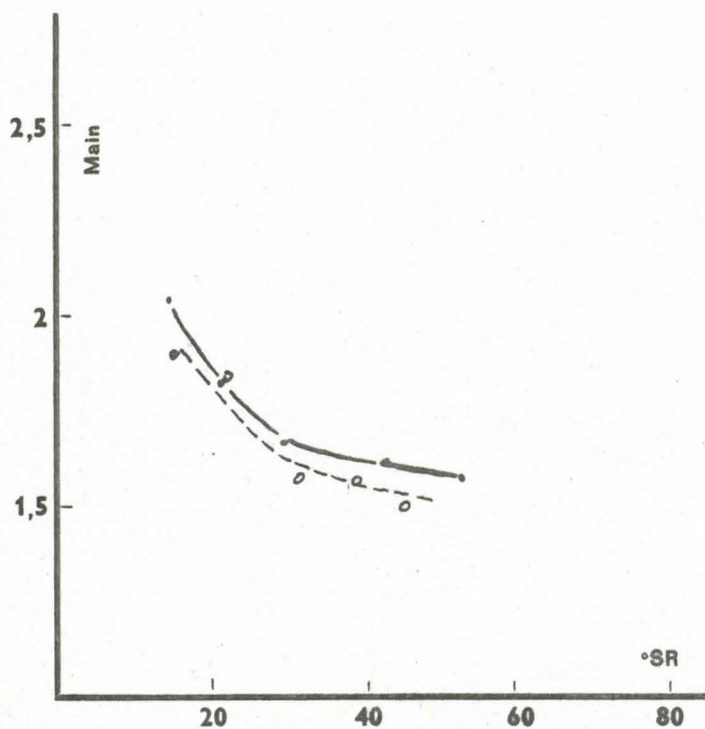
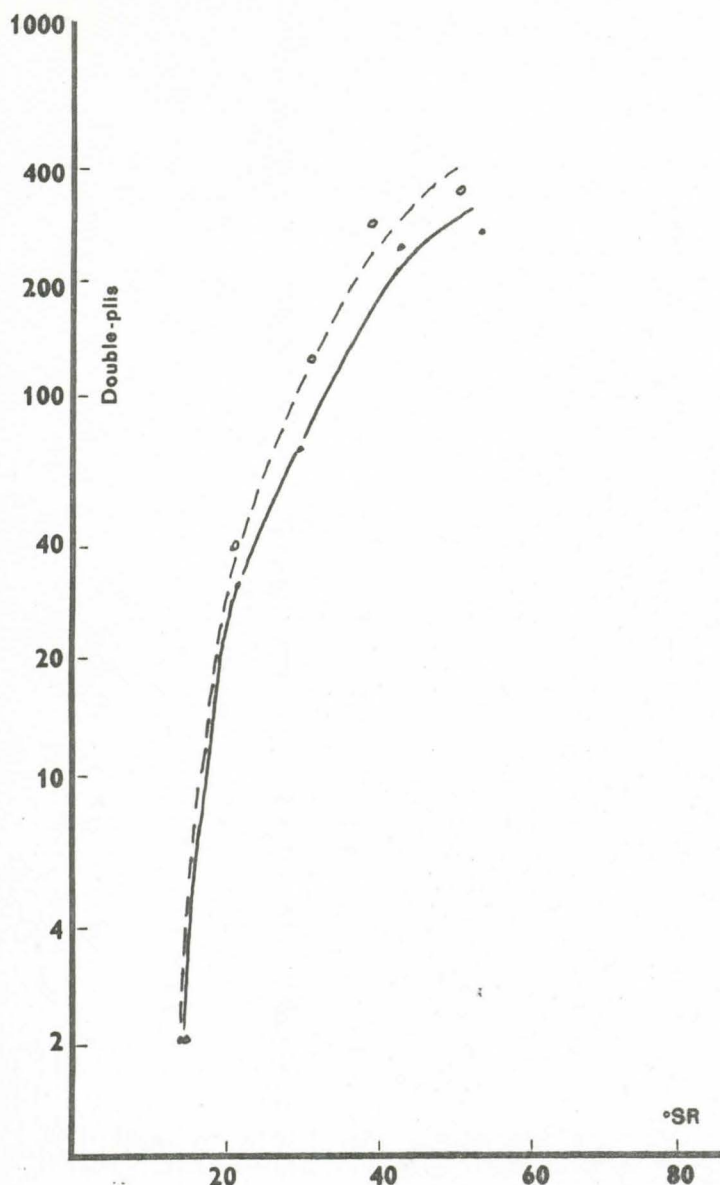
Graphique n° 542.4 A₂

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Pile Walley

• ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II



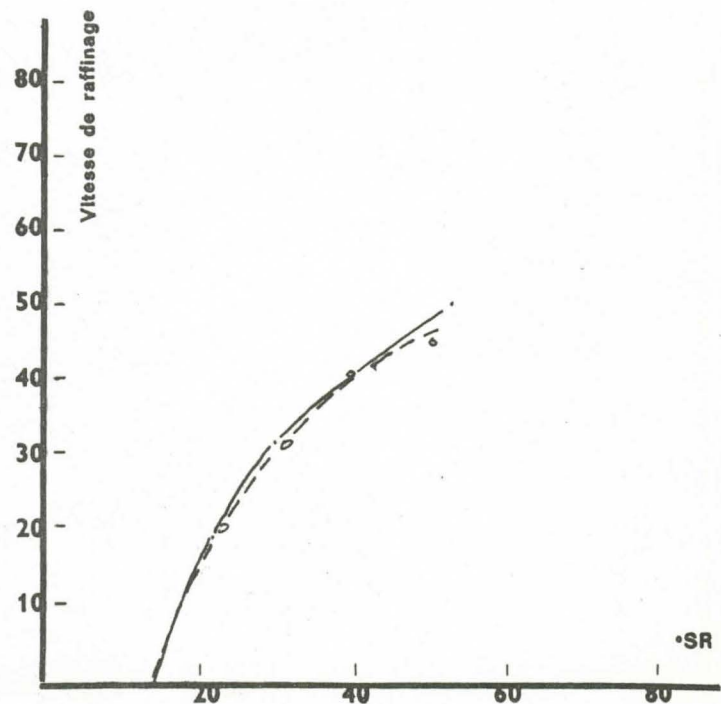
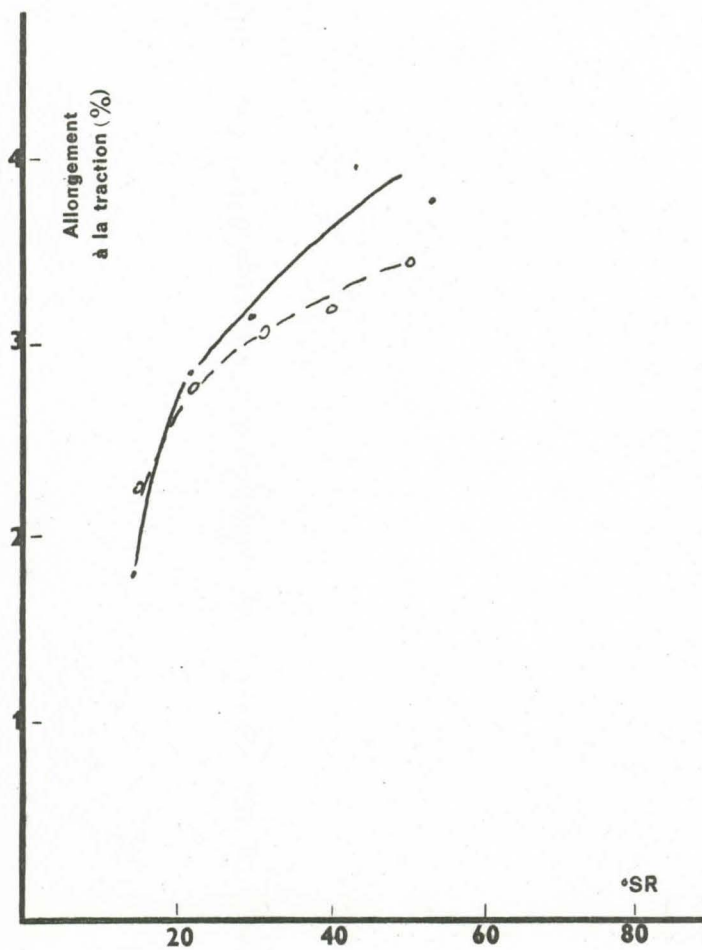
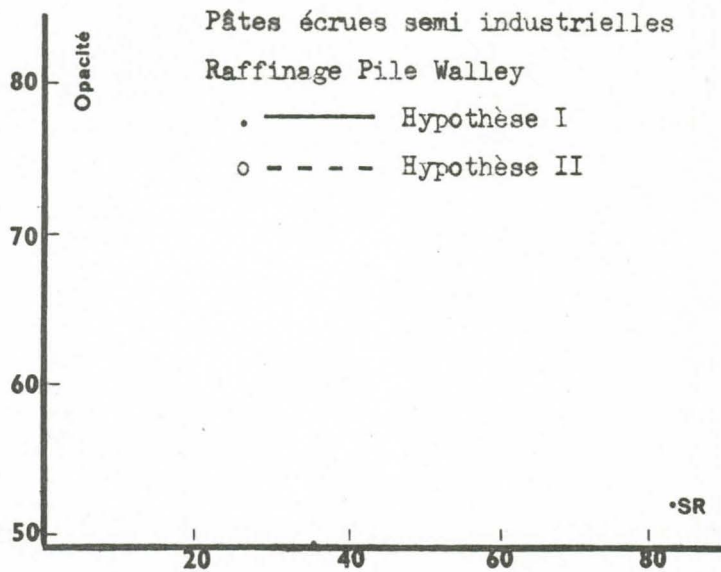
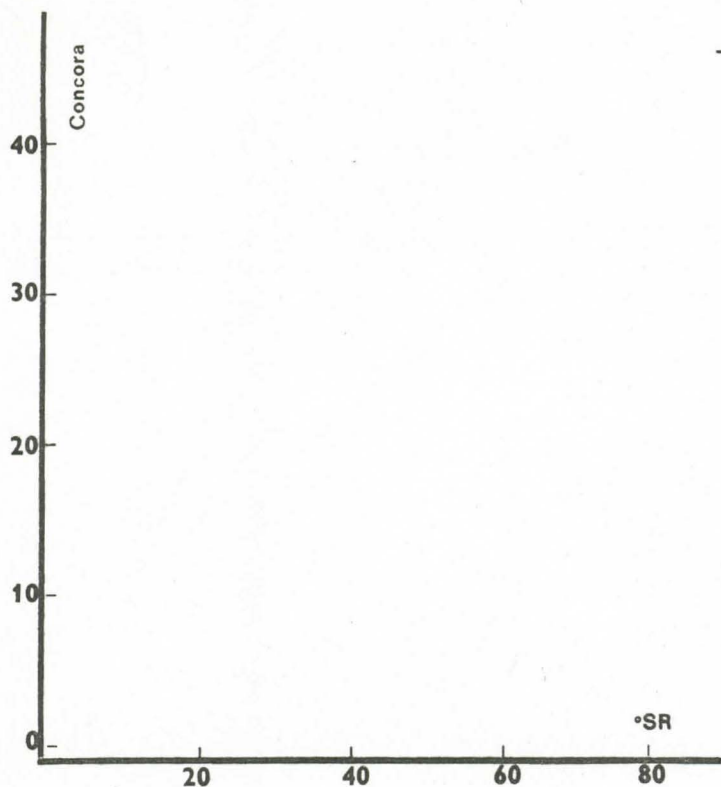
Graphique n° 542.4 A₃

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Pile Walley

- ——— Hypothèse I
- o - - - - Hypothèse II



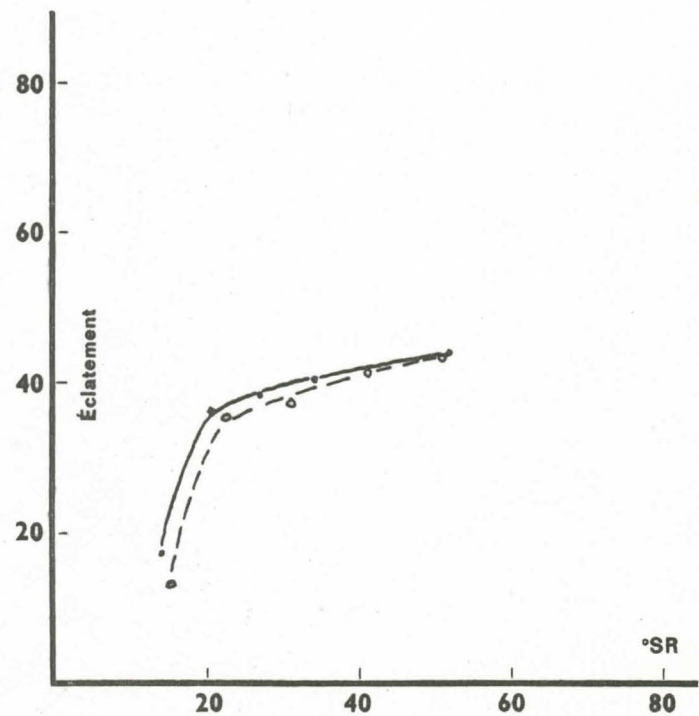
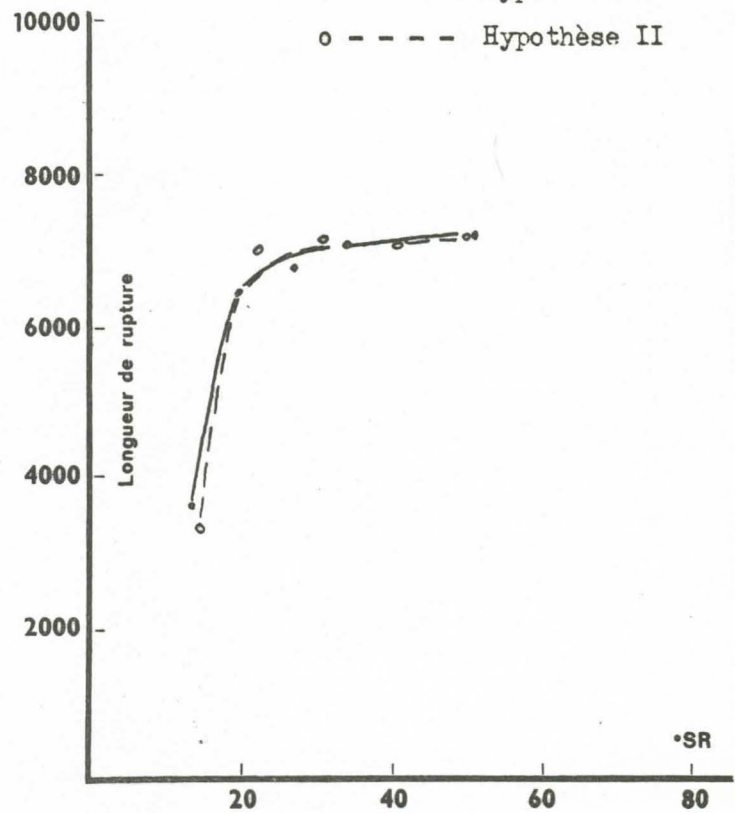
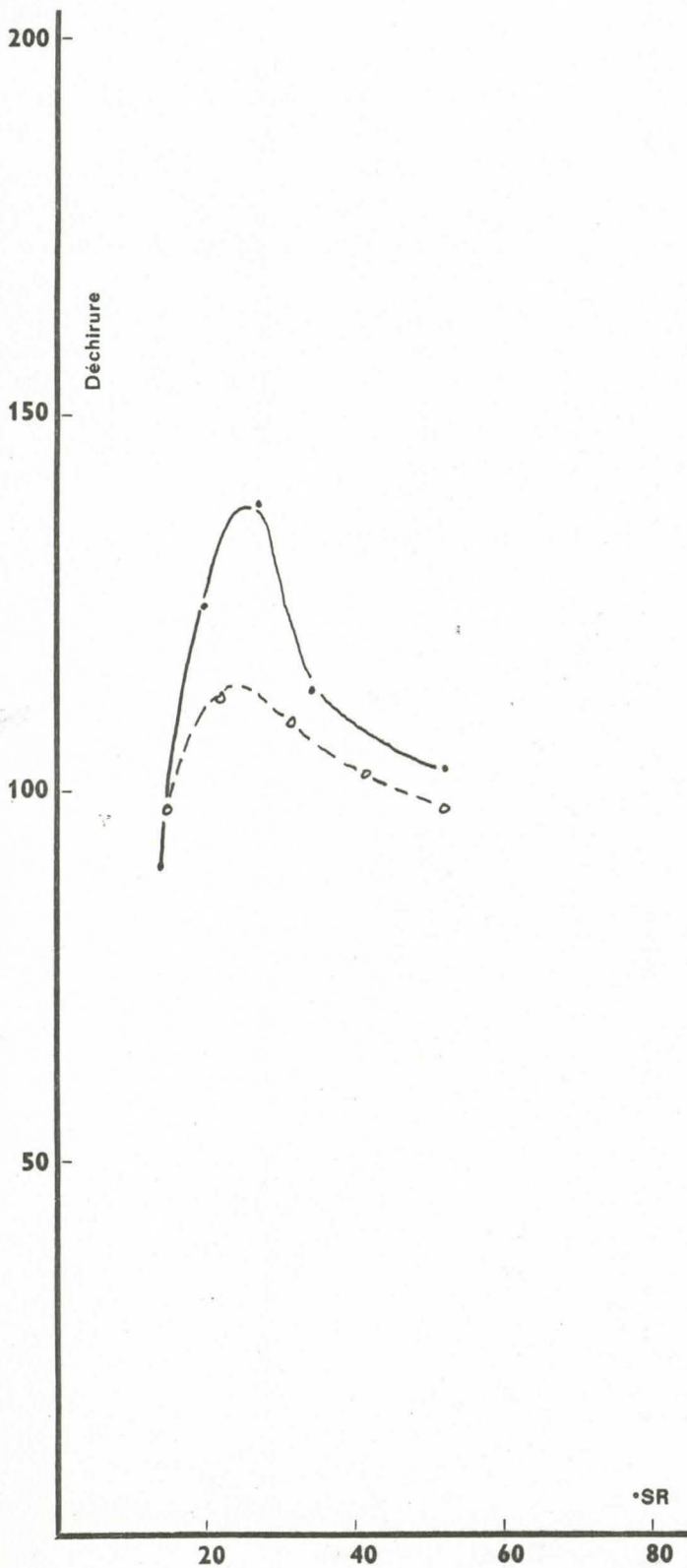
Graphique n° 542.4 B₁

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Jokro

. — Hypothèse I
o - - - Hypothèse II



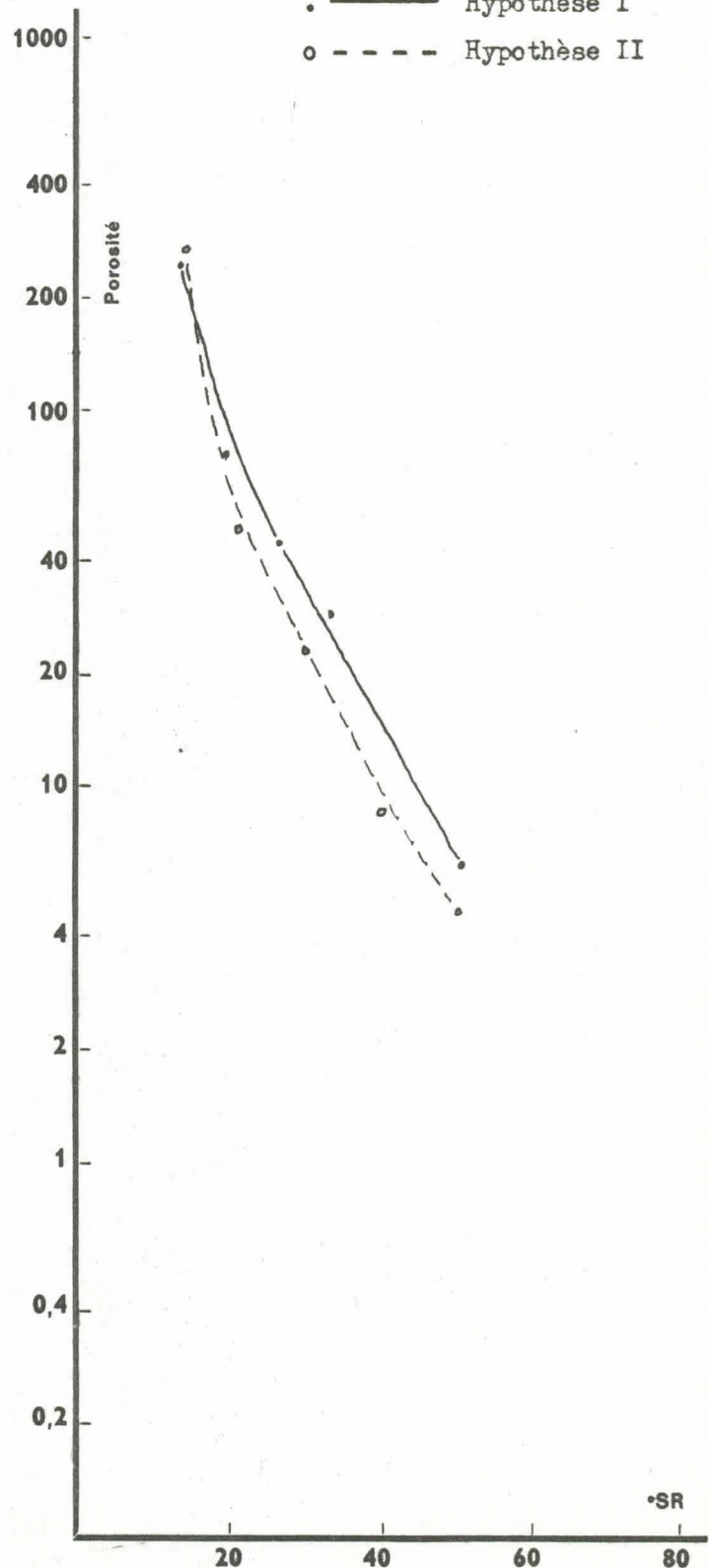
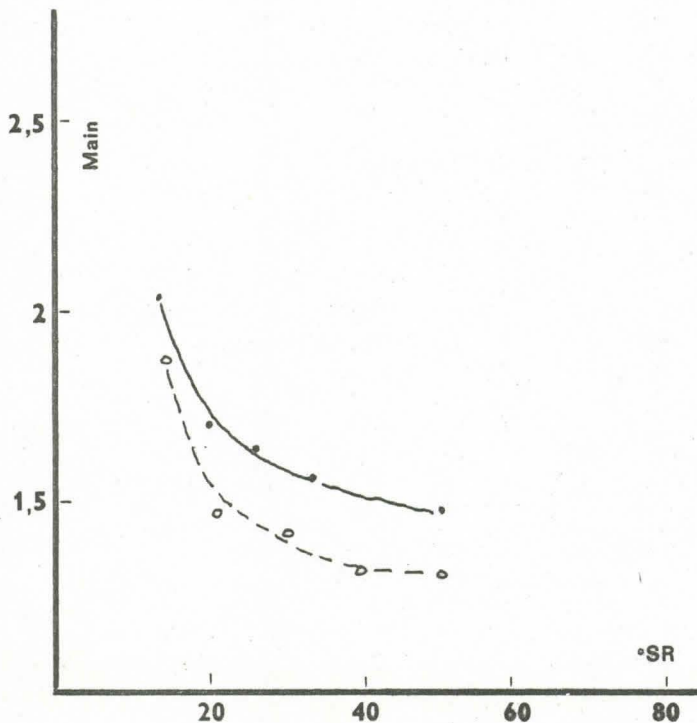
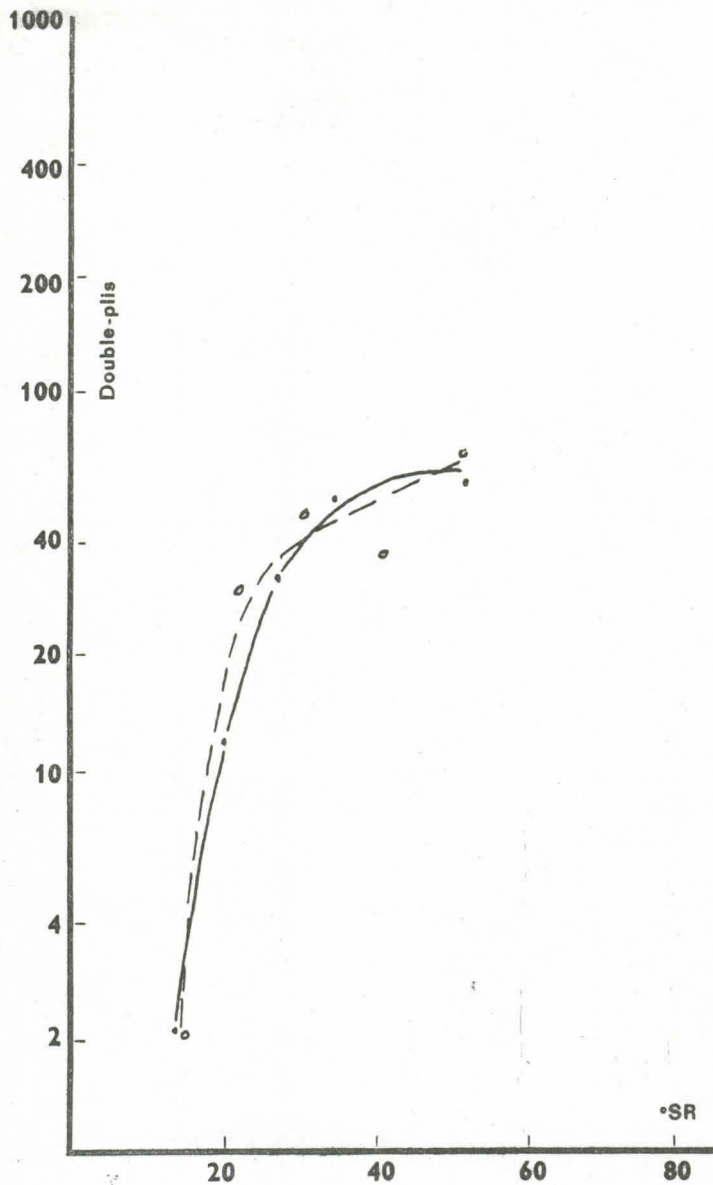
Graphique n° 542.4 B₂

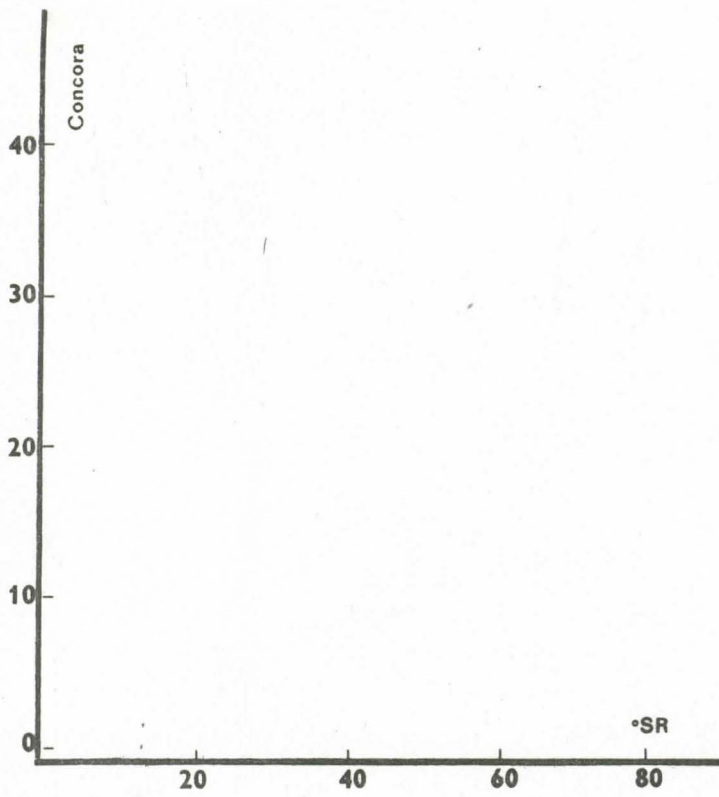
Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Jokro

• ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II





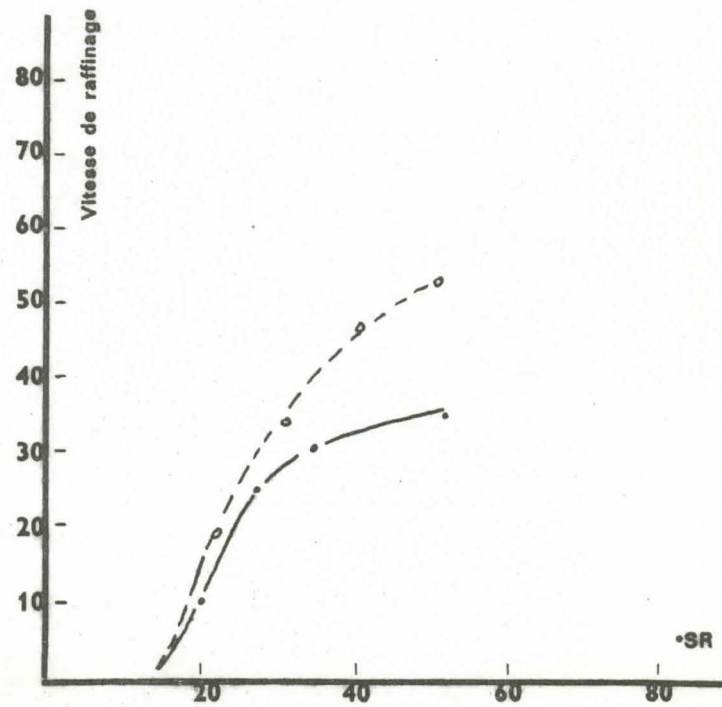
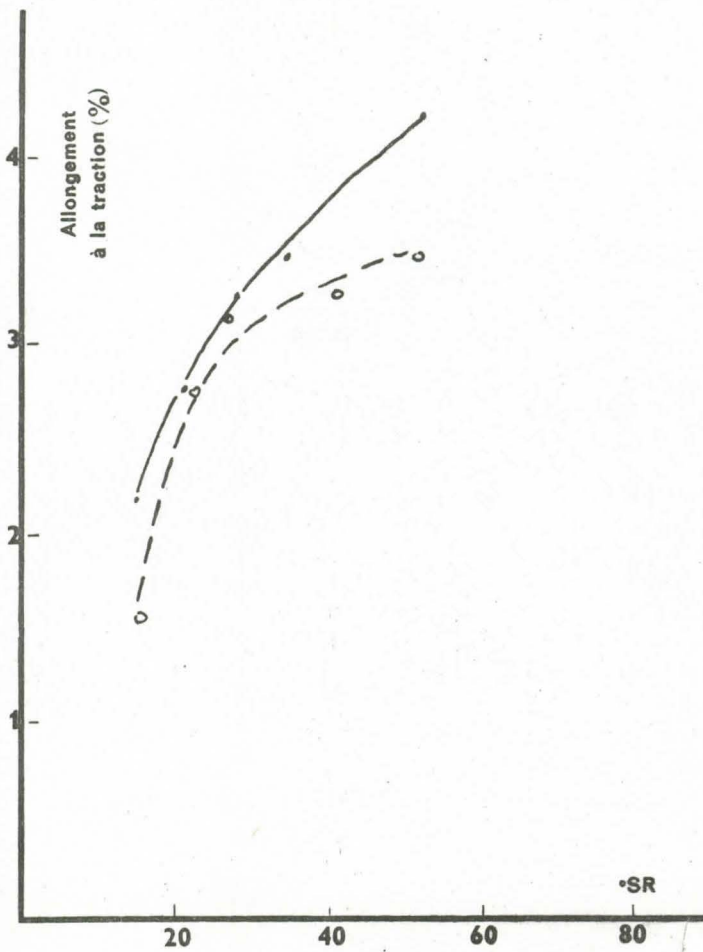
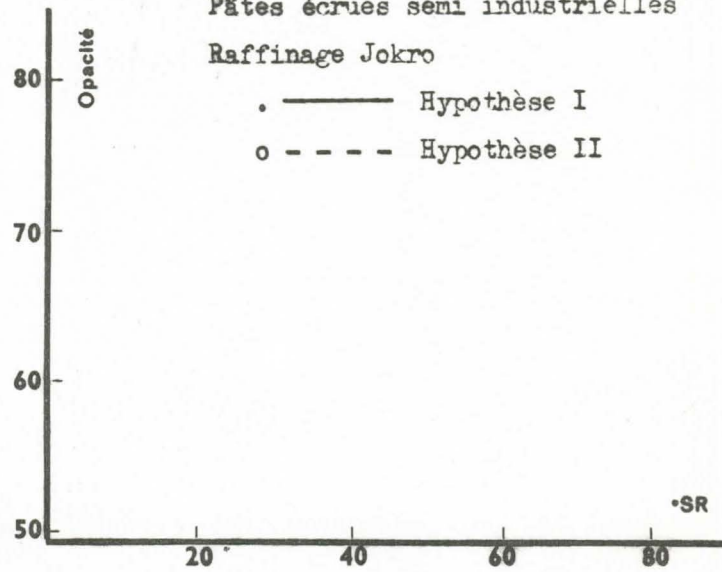
Graphique n° 542.4 B₃

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Jokro

- — Hypothèse I
- o - - - Hypothèse II



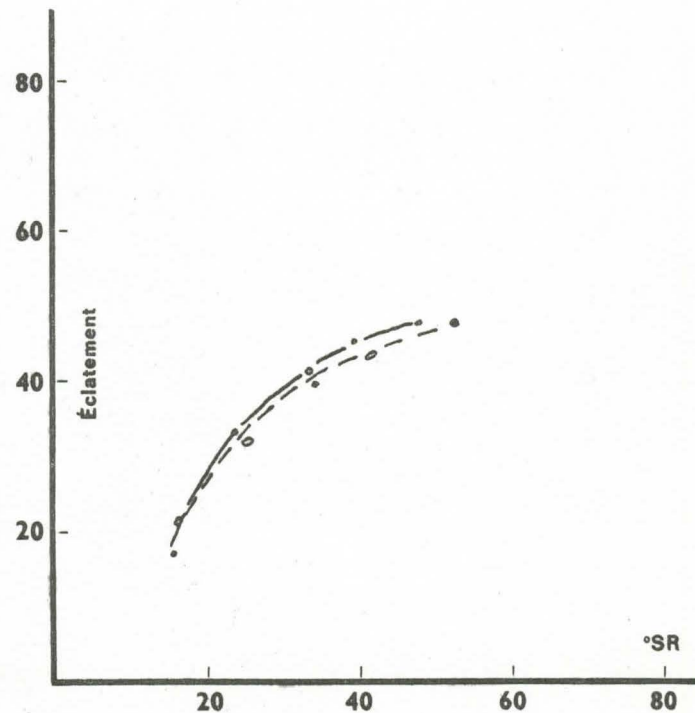
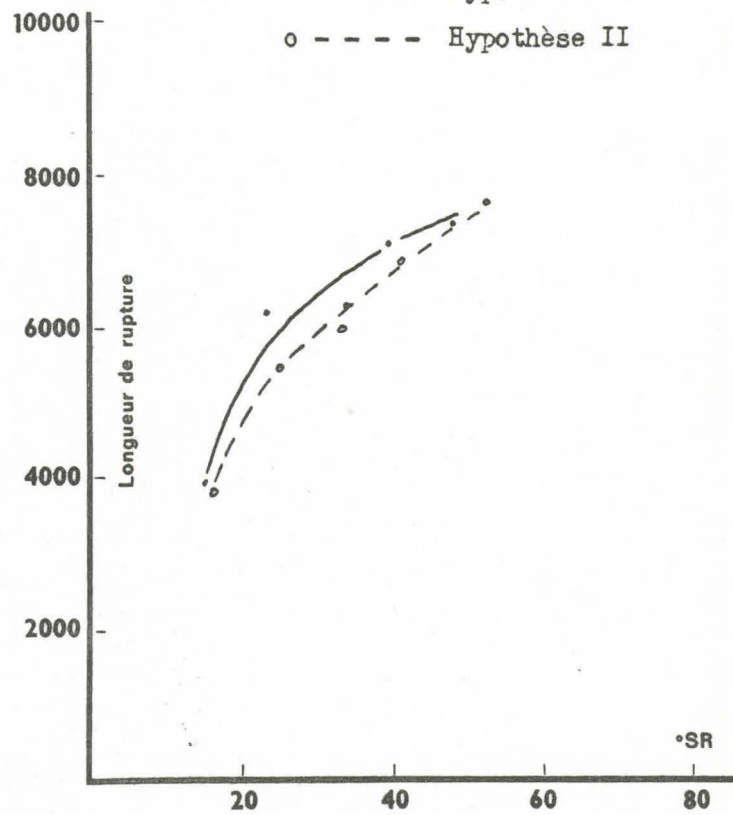
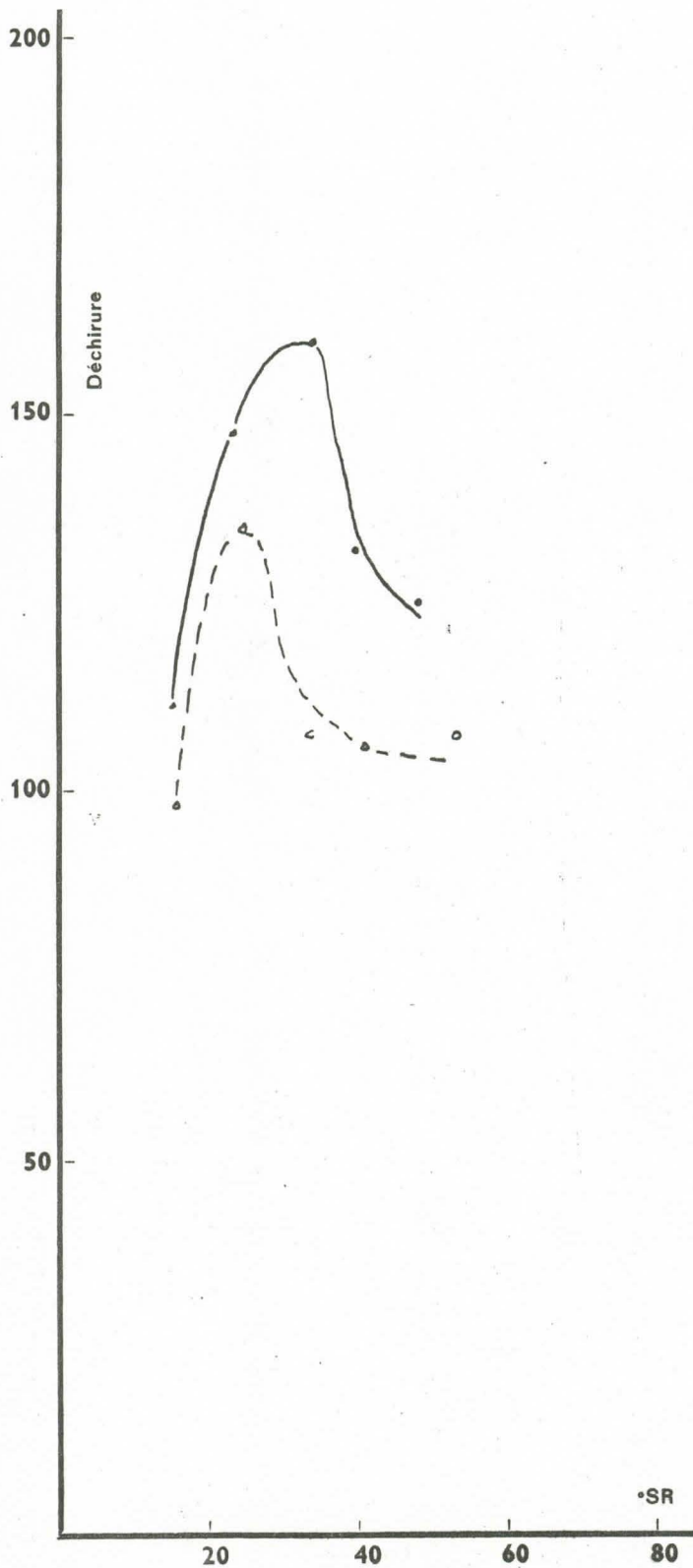
Graphique n° 542.4 C₁

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Bauer à disques

• ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II



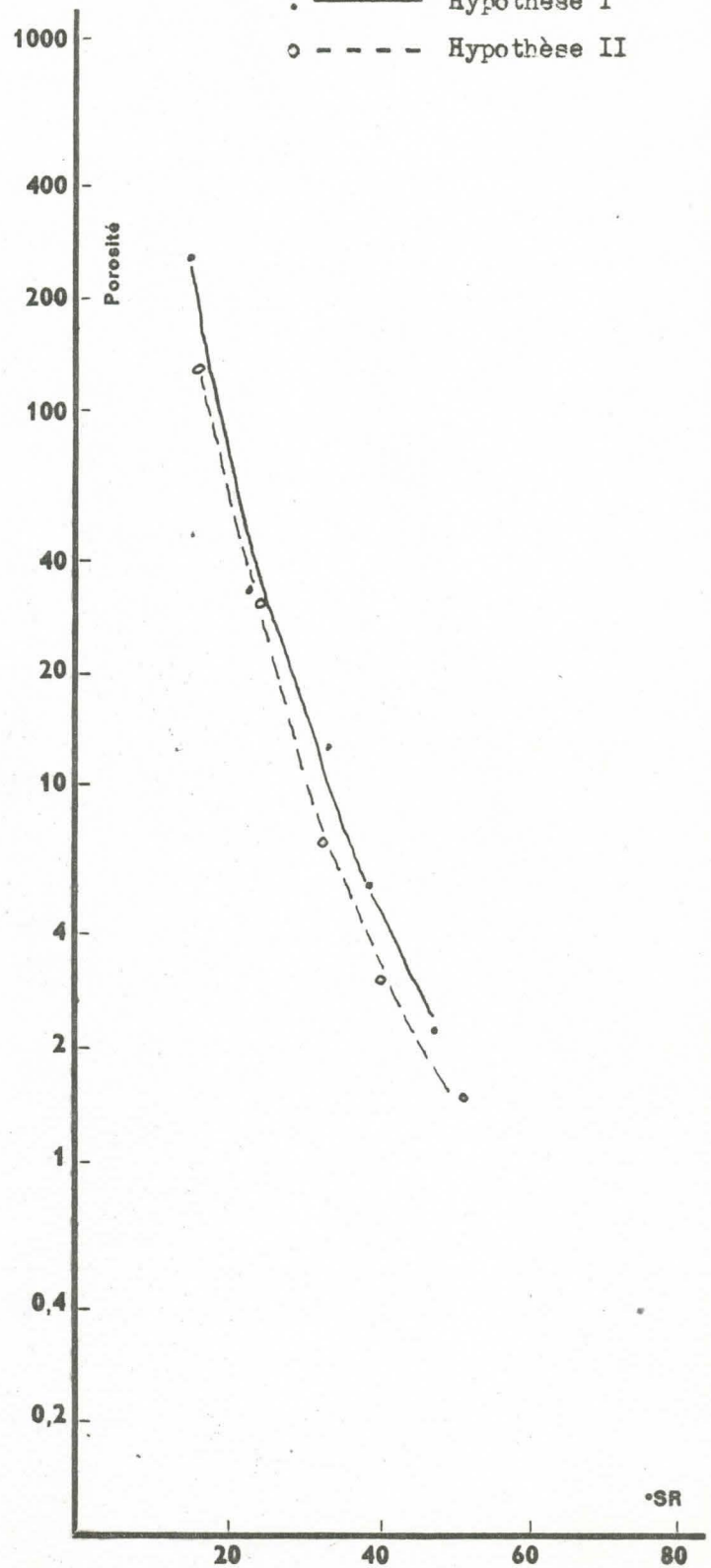
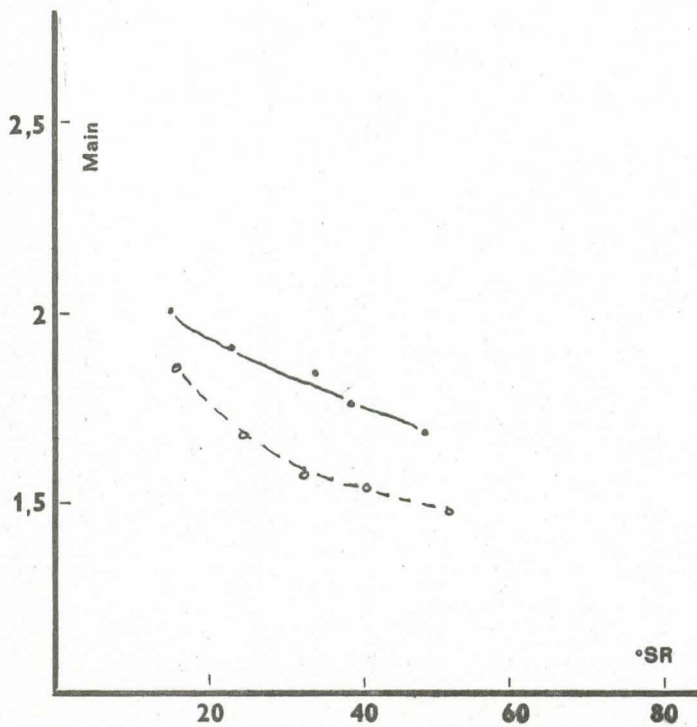
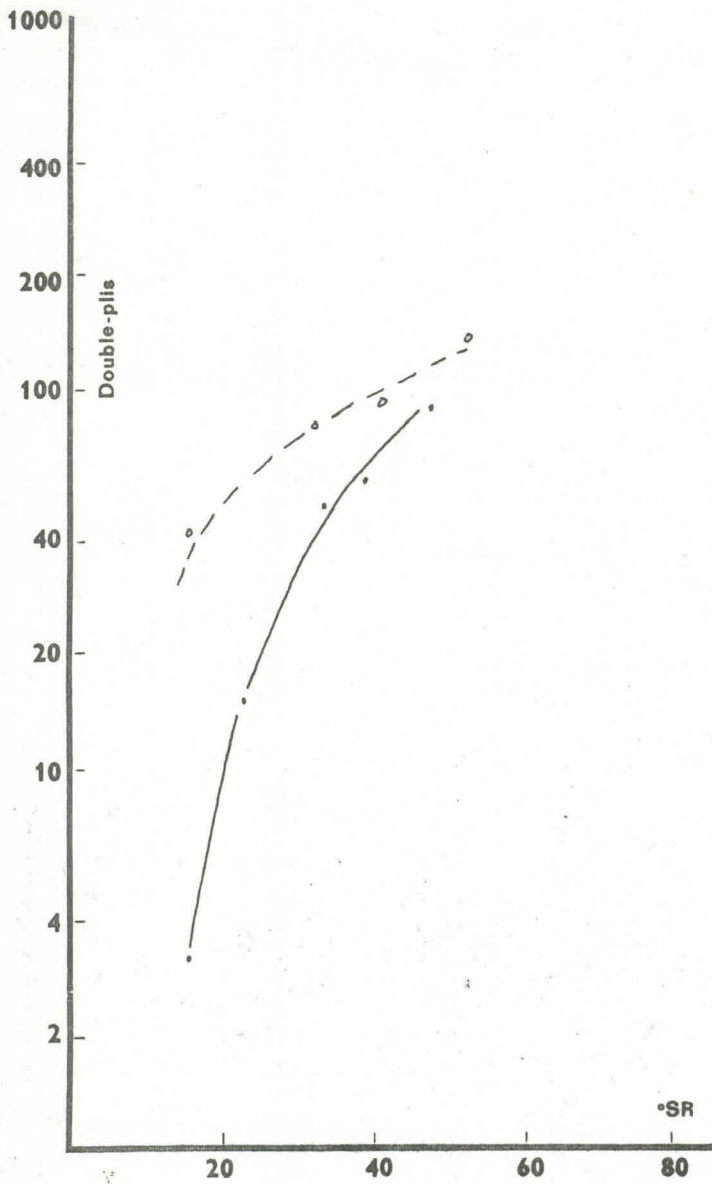
Graphique n° 542.4 C₂

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Bauer à disques

• ——— Hypothèse I
○ - - - - Hypothèse II



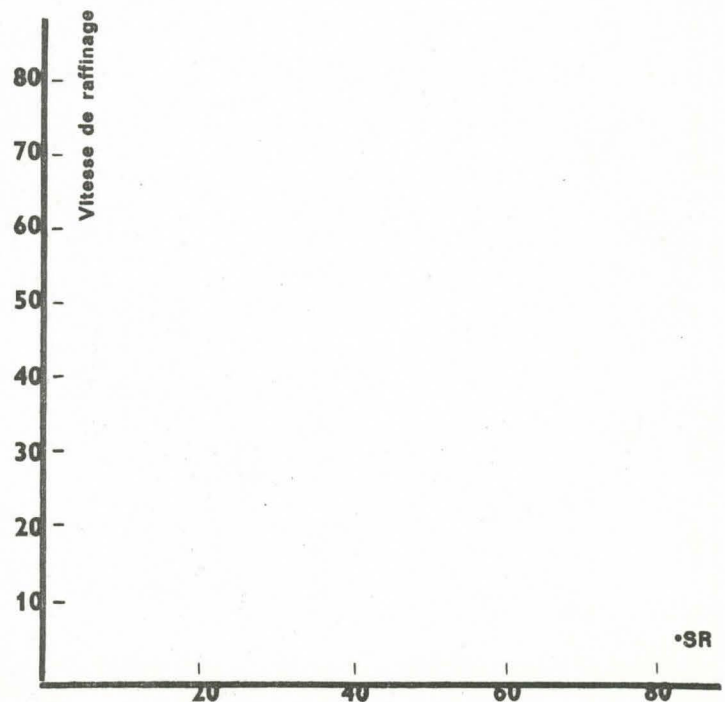
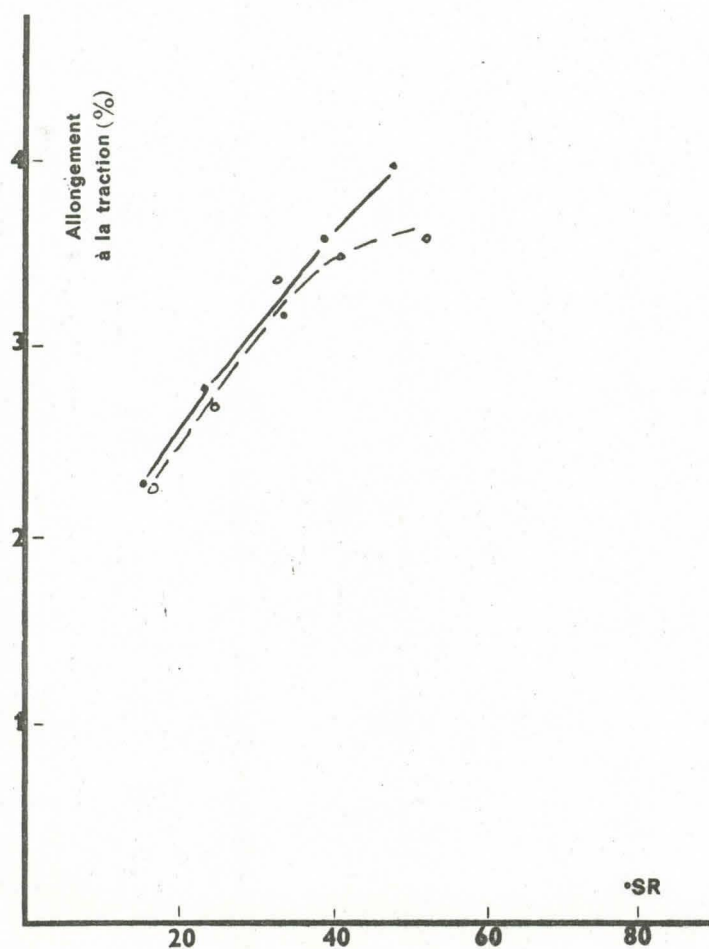
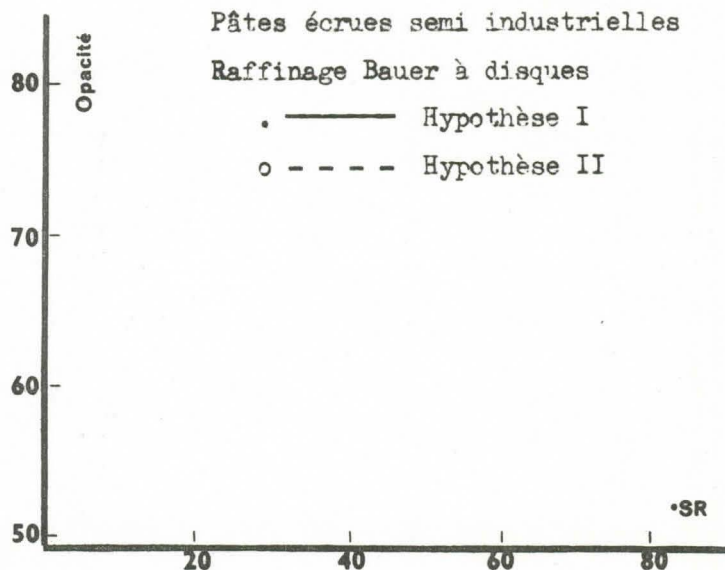
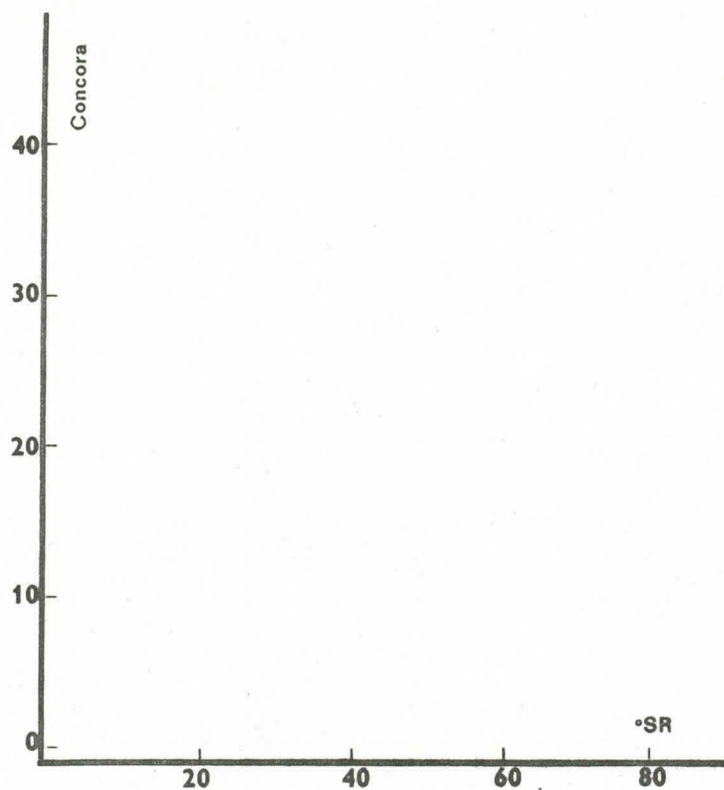
Graphique n° 542.4 C₃

Bois du Cameroun

Pâtes écrues semi industrielles

Raffinage Bauer à disques

• ——— Hypothèse I
○ - - - - Hypothèse II



Graphique n° 542.4 D₁

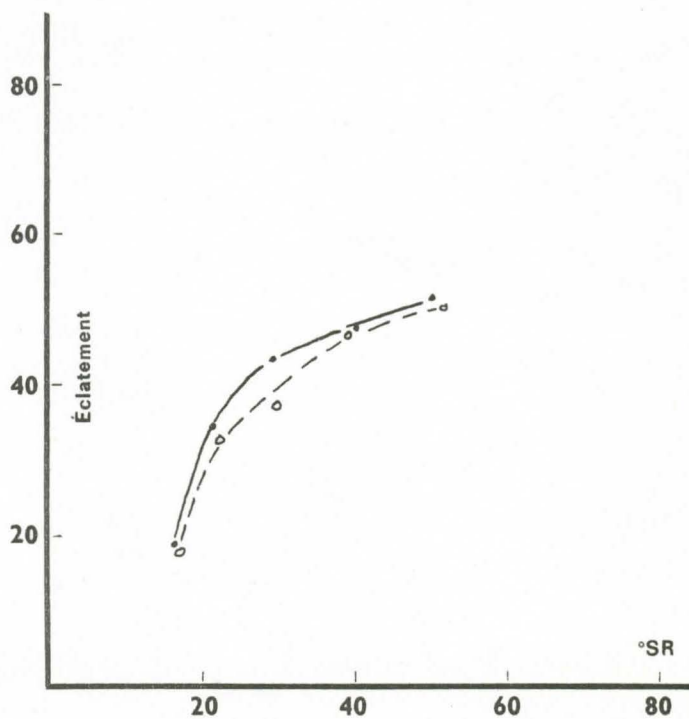
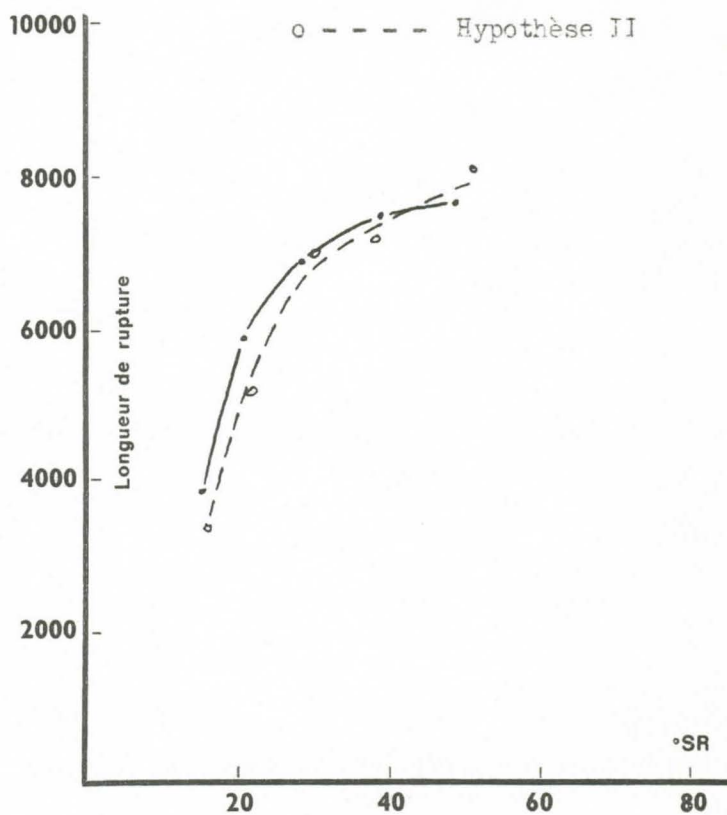
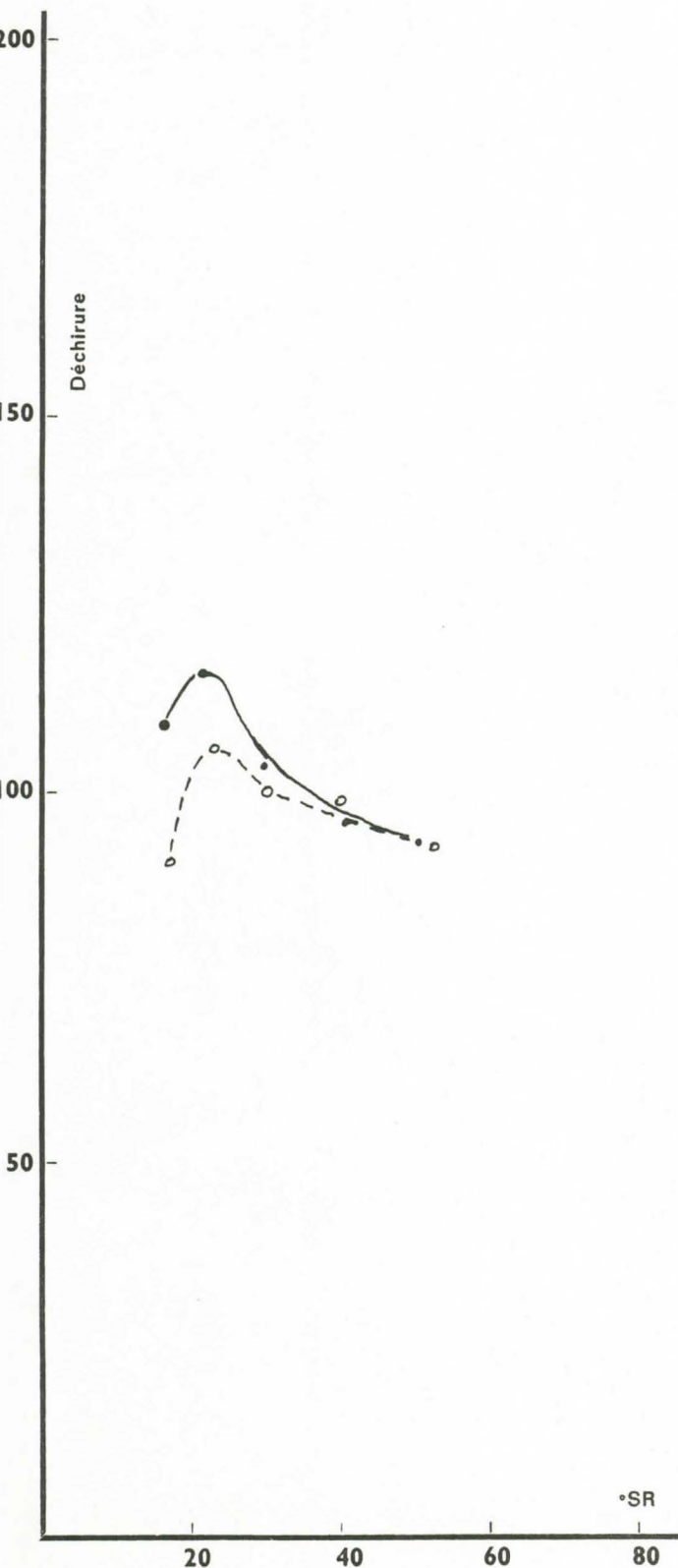
Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Pile Walley

. ——— Hypothèse I

o - - - - Hypothèse II



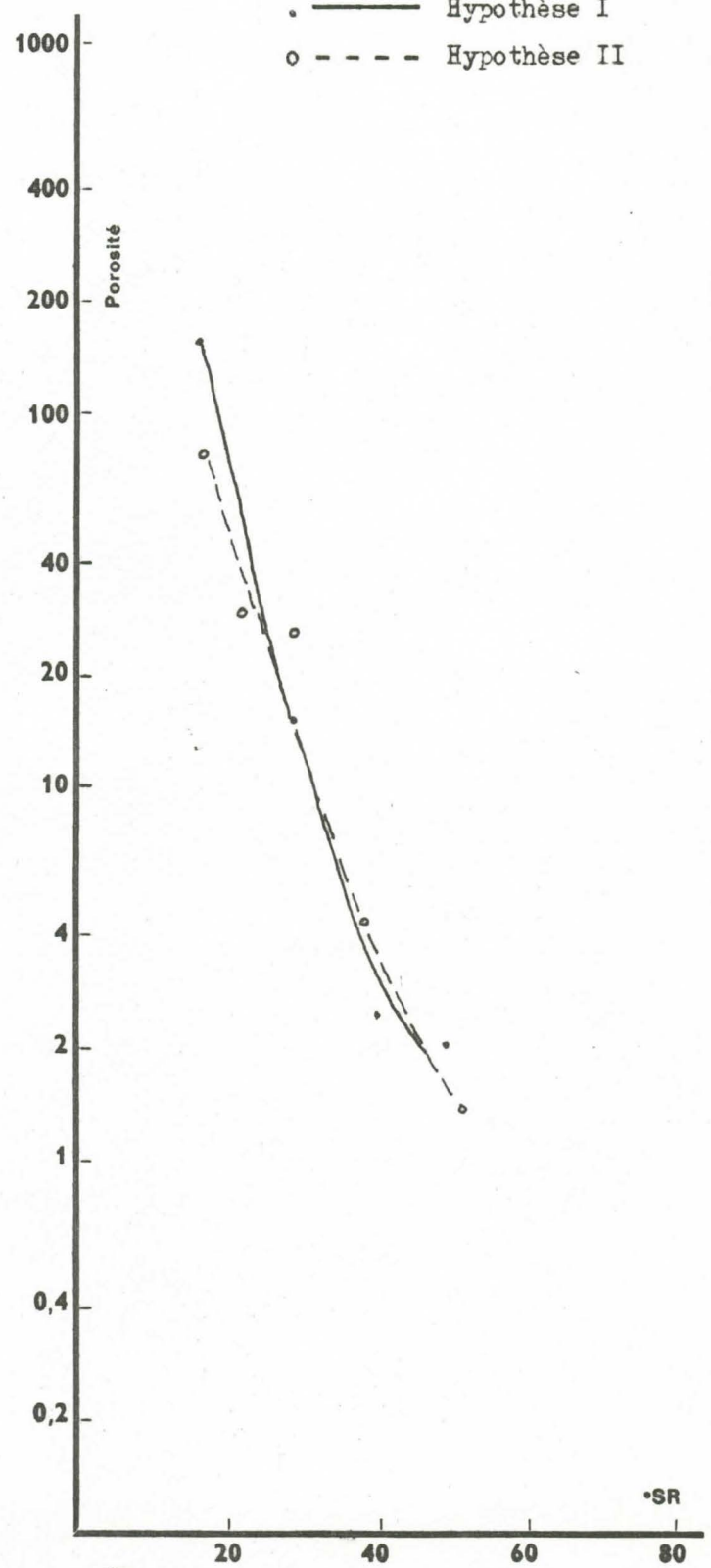
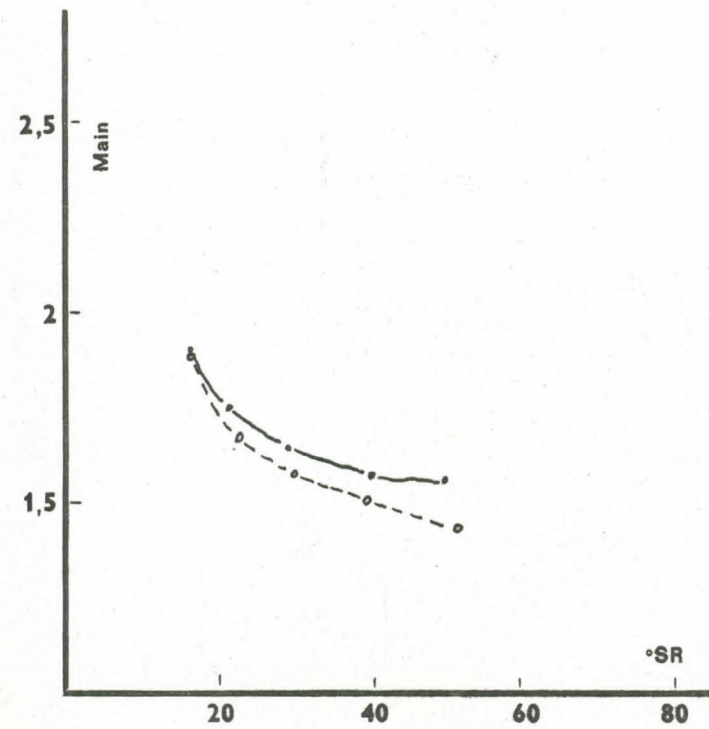
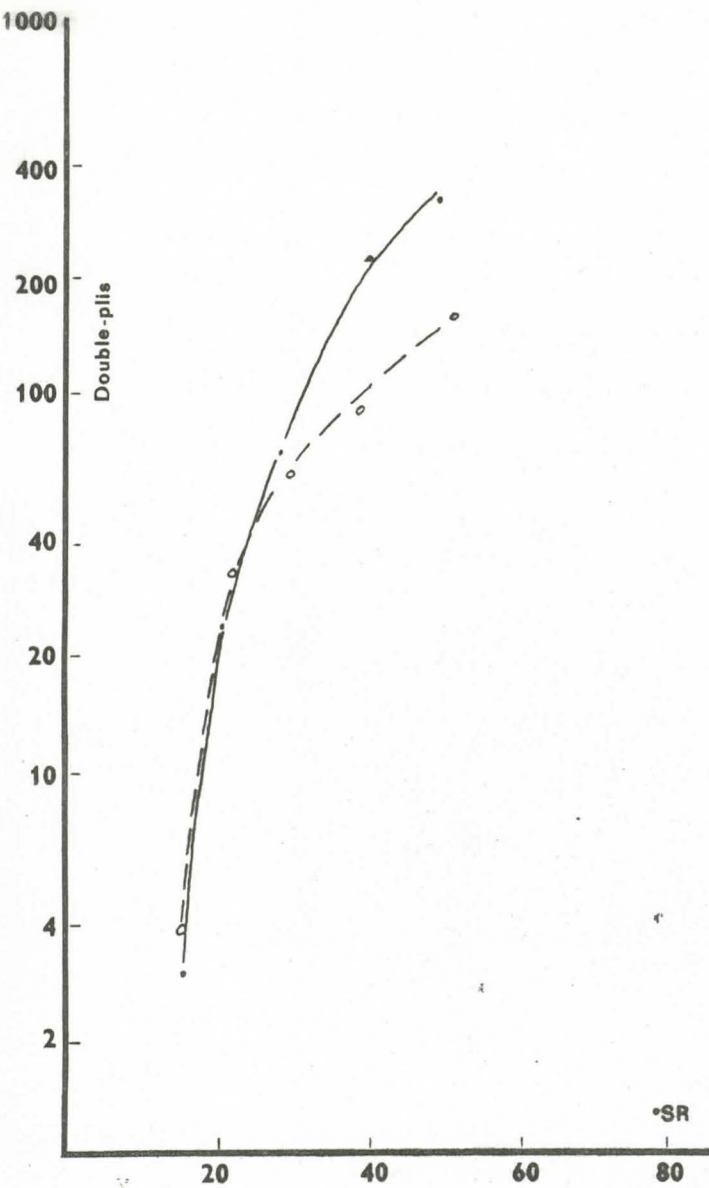
Graphique n° 542.4 D₂

Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Pile Walley

• ——— Hypothèse I
○ - - - - Hypothèse II



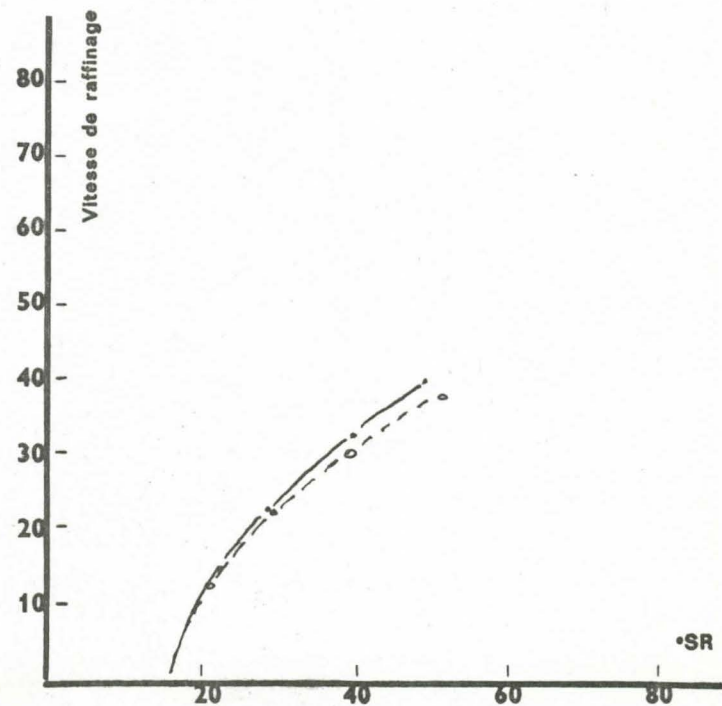
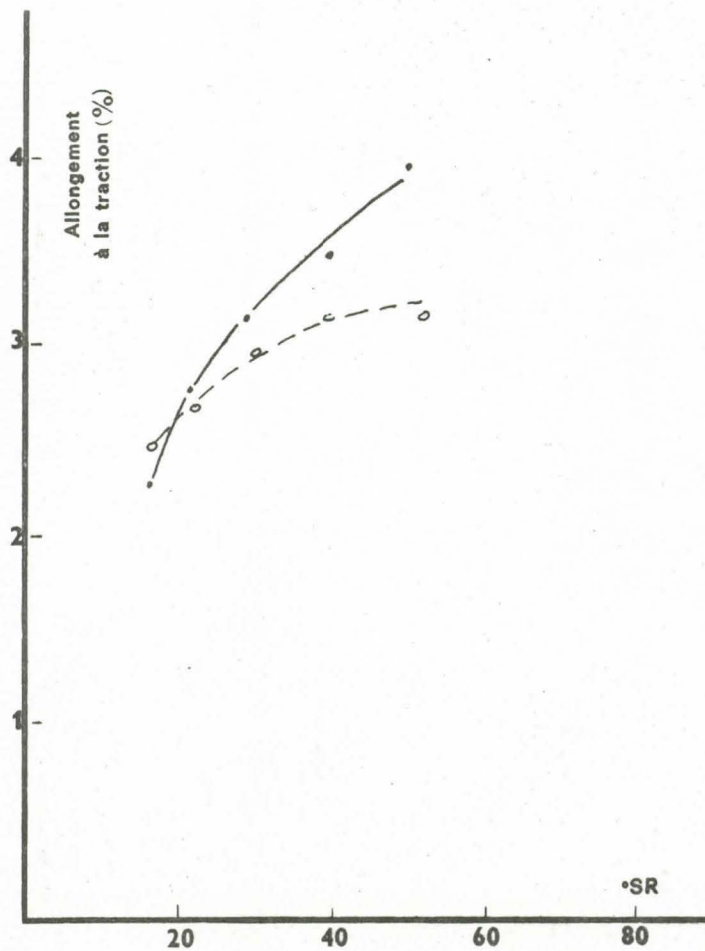
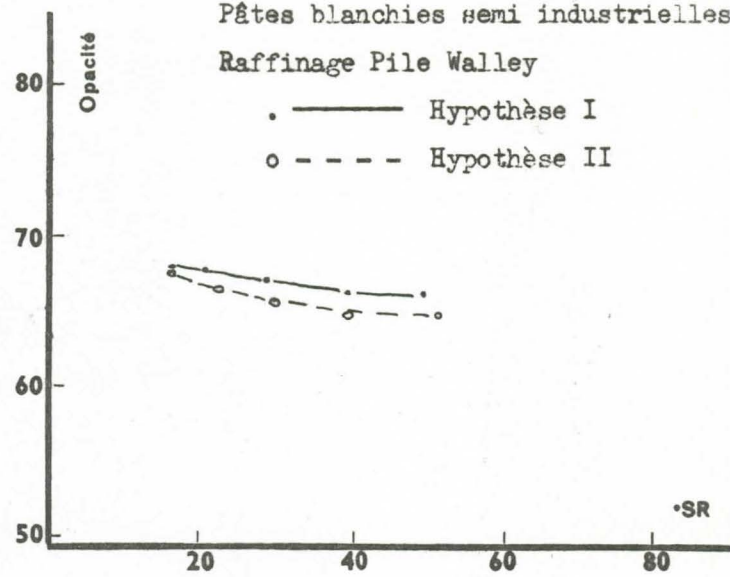
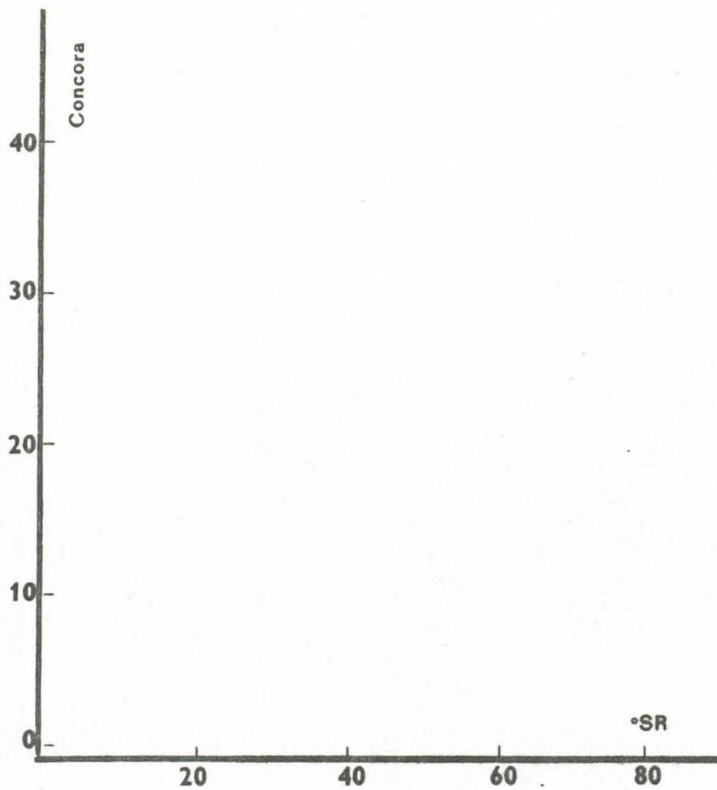
Graphique n° 542.4 D₃

Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Pile Walley

• ——— Hypothèse I
○ - - - - Hypothèse II



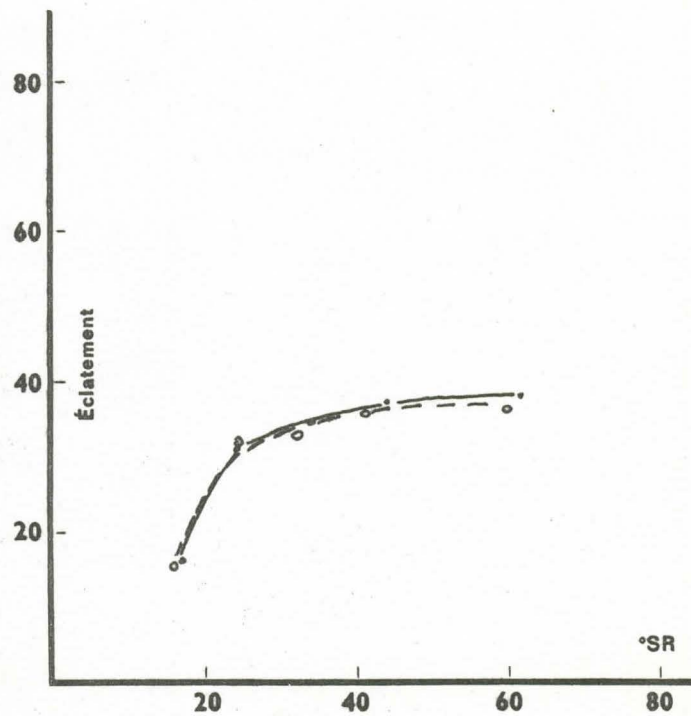
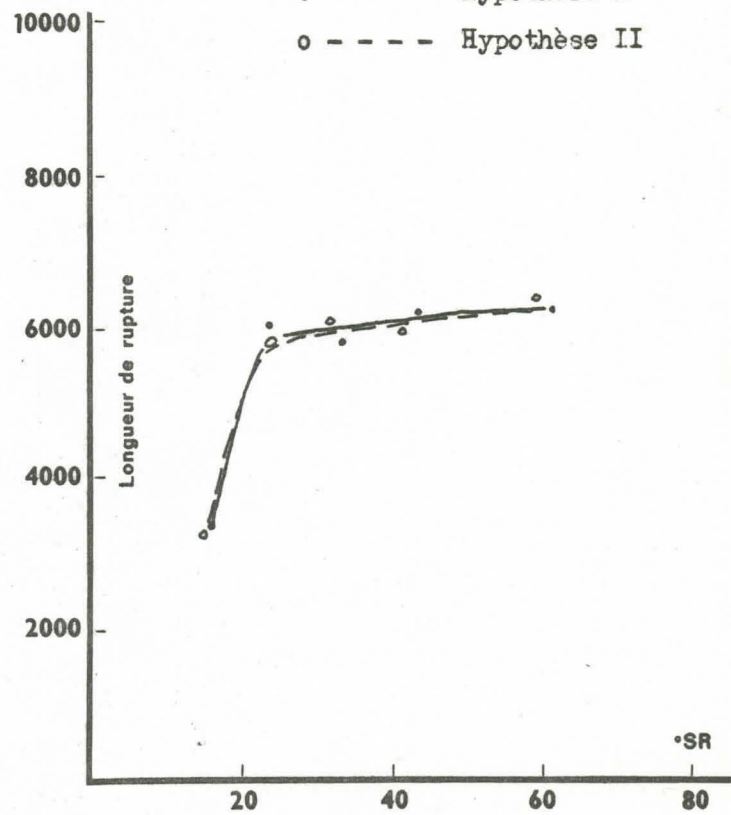
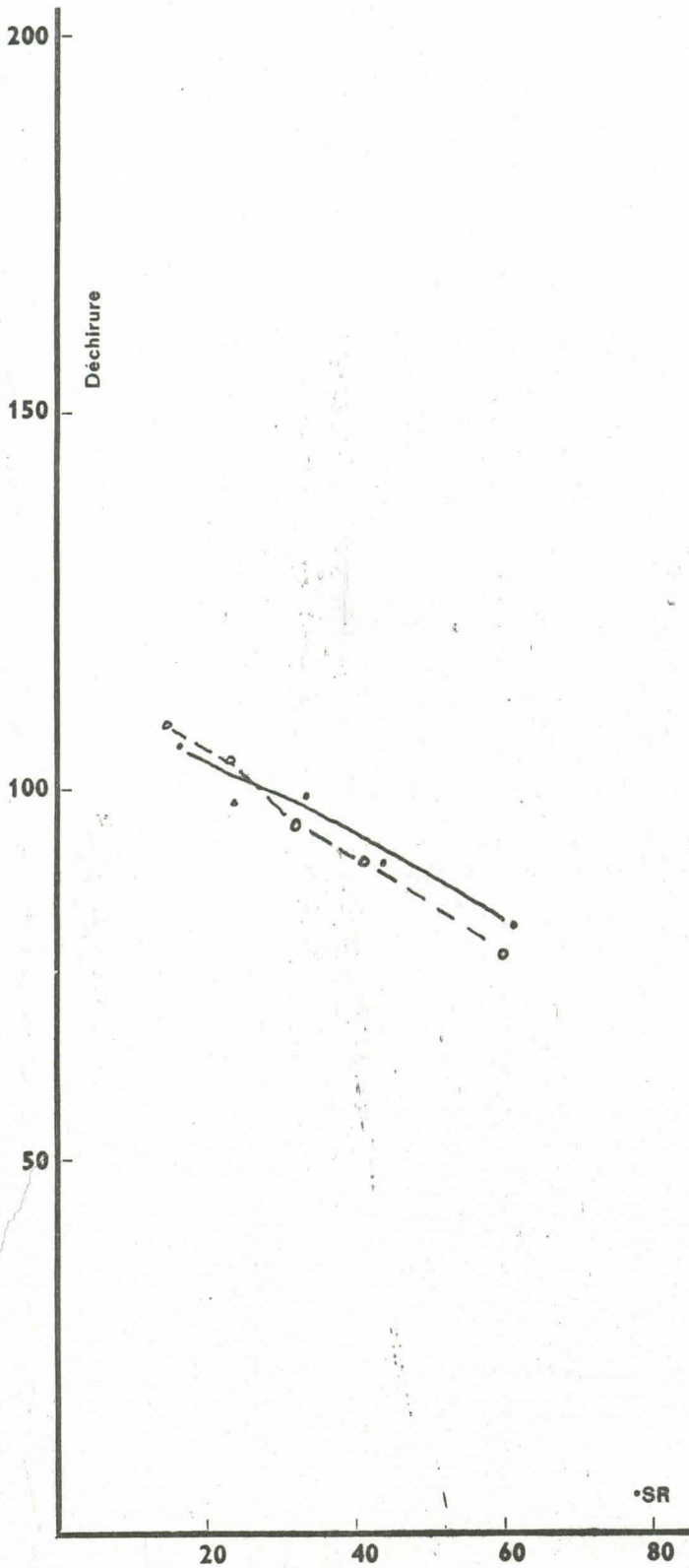
Graphique n° 542.4 E₁

Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Jokro

. ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II



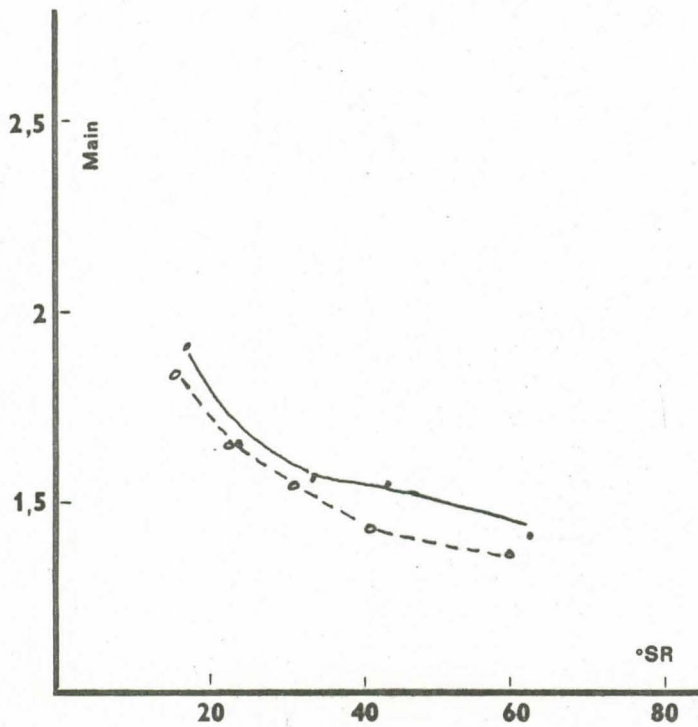
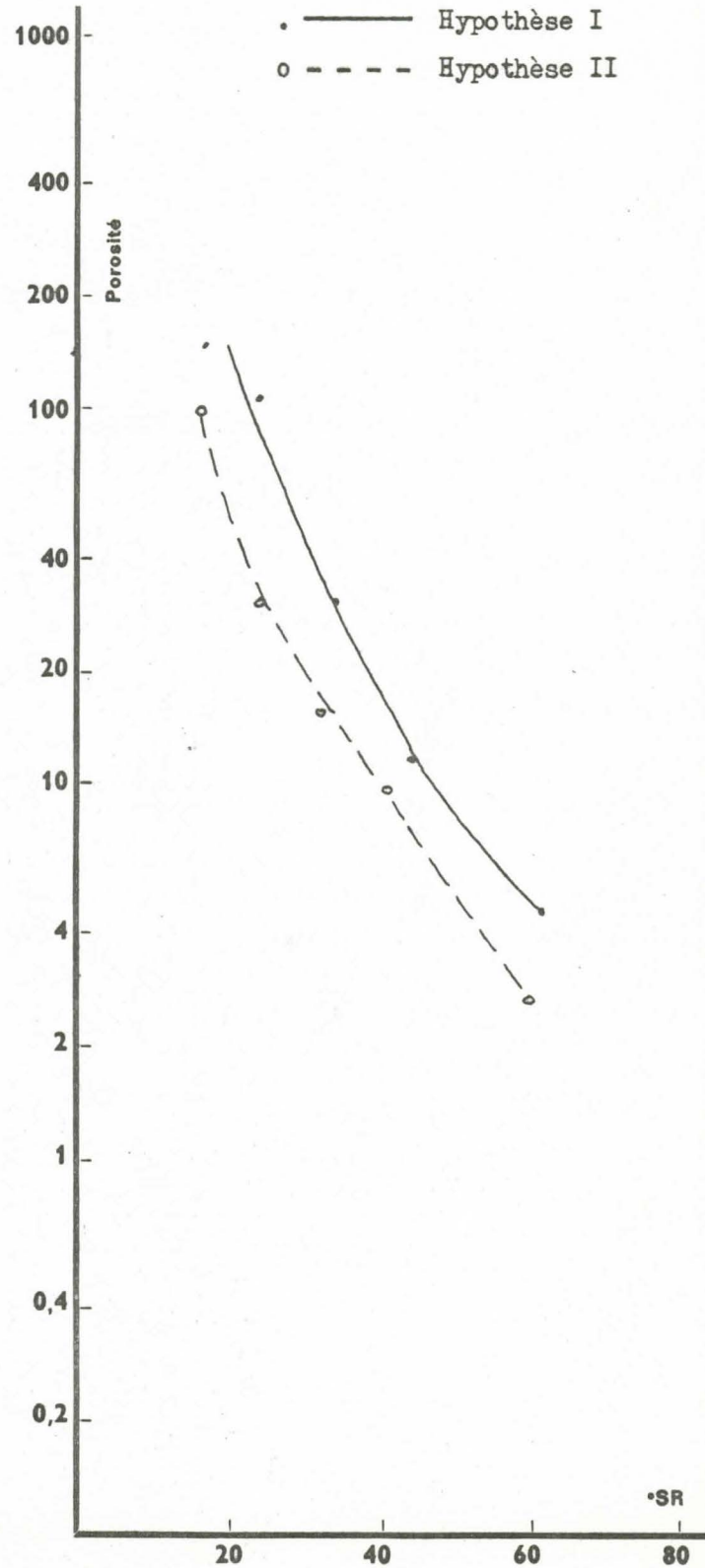
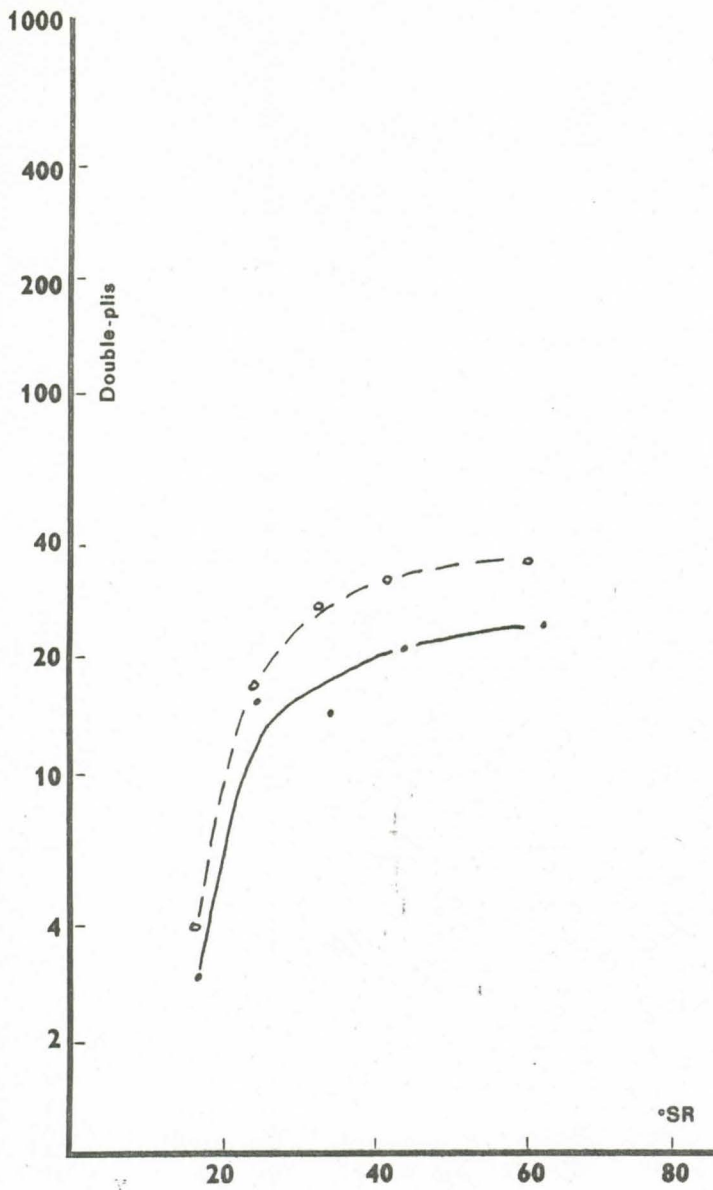
Graphique n° 542.4 E₂

Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Jokro

• ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II



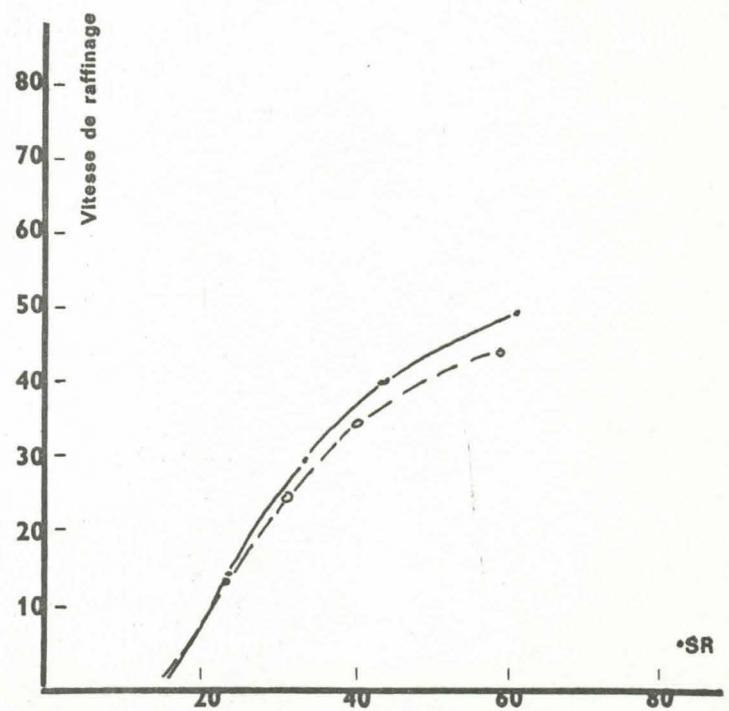
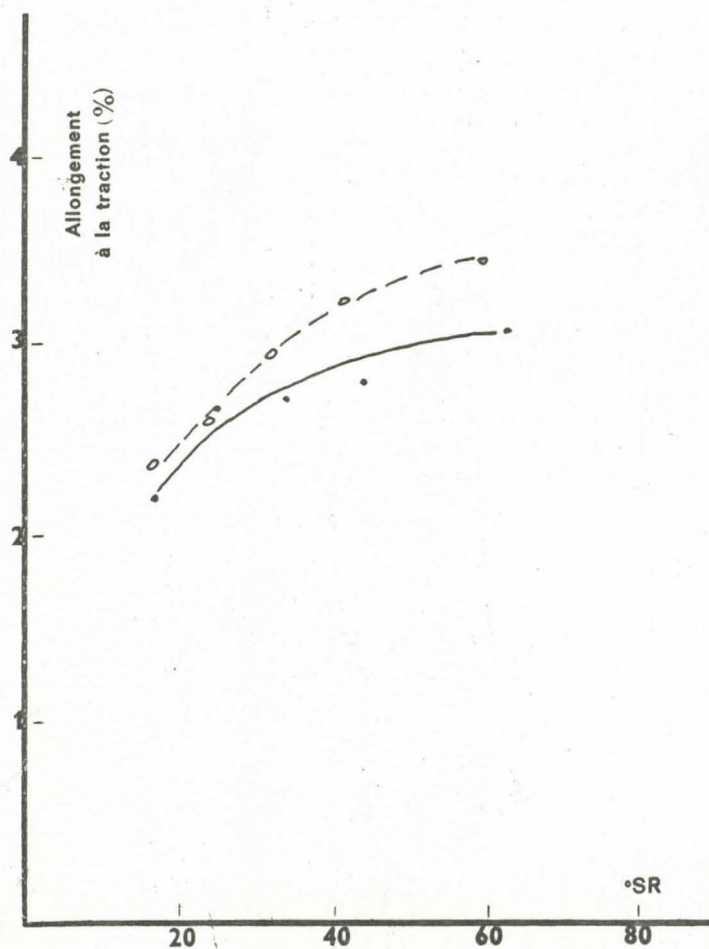
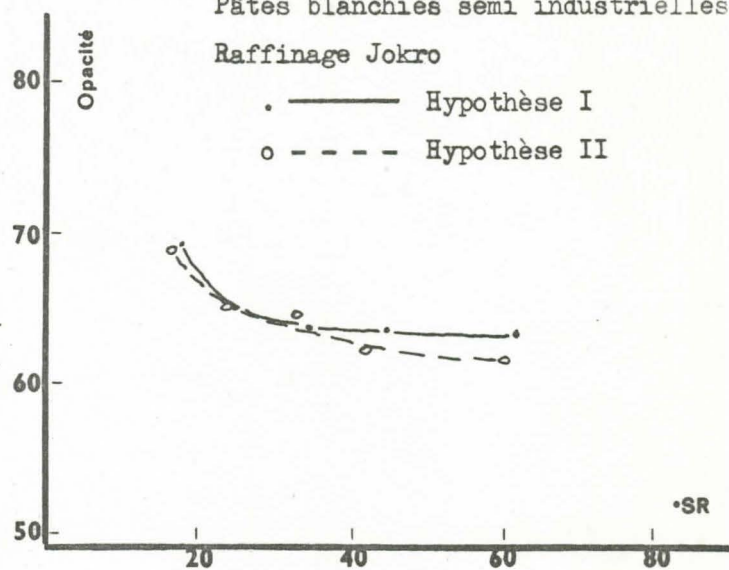
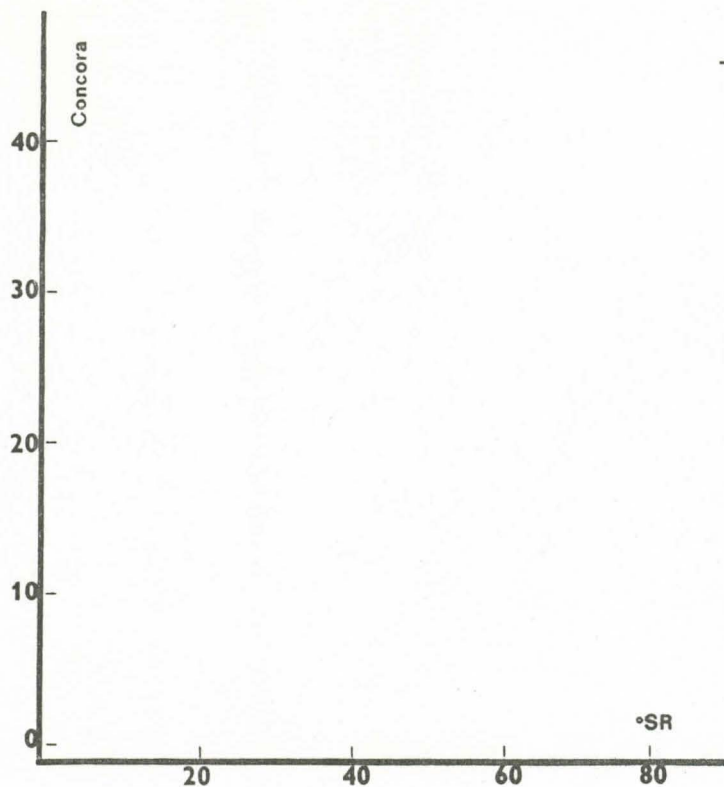
Graphique n° 542.4 E₃

Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Jokro

• ——— Hypothèse I
○ - - - - Hypothèse II



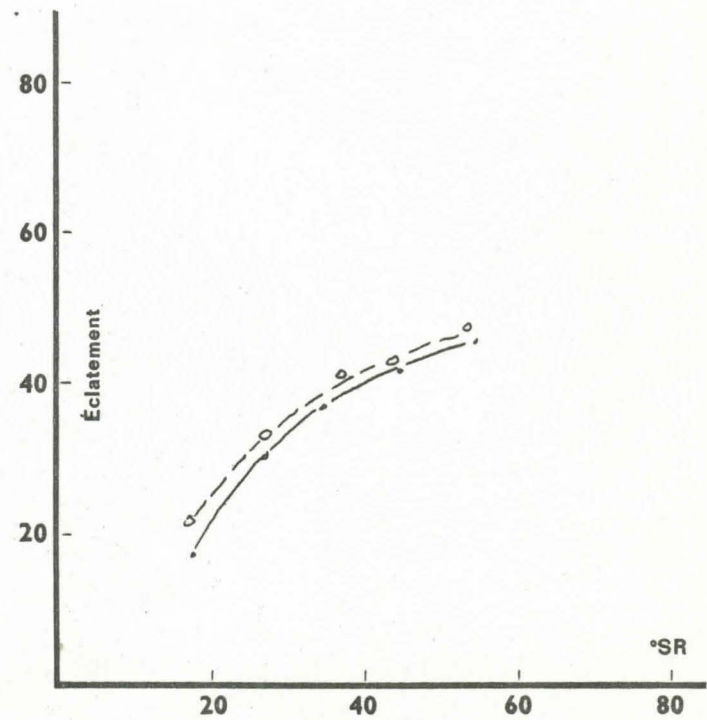
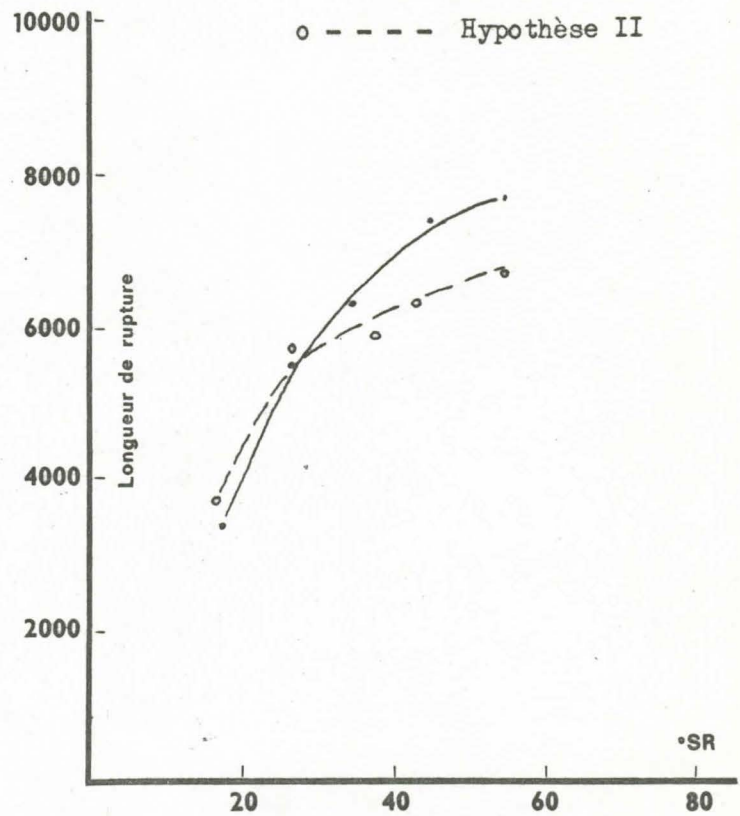
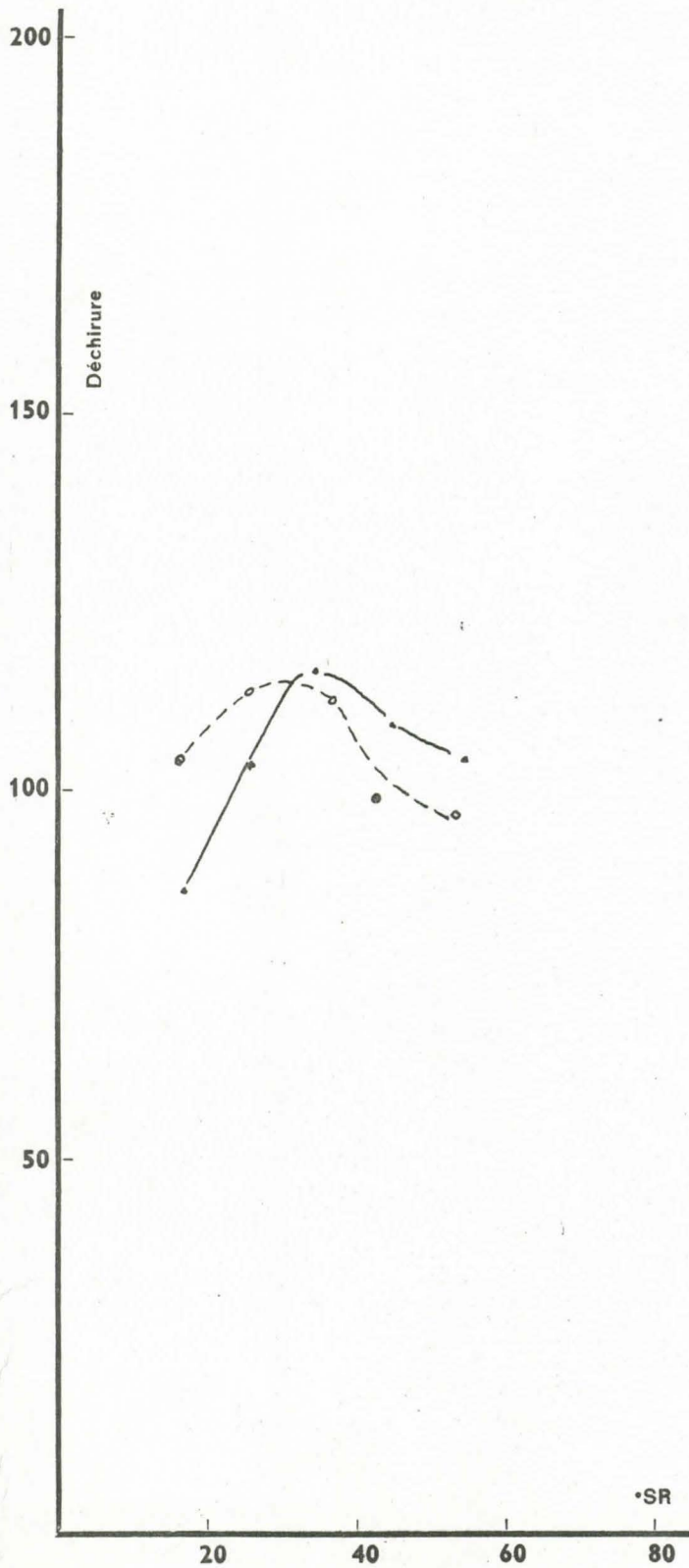
Graphique n° 542.4 F₁

Bois du Cameroun

Pâtes blanches semi industrielles

Raffinage Bauer à disques

• ——— Hypothèse I
○ - - - - Hypothèse II



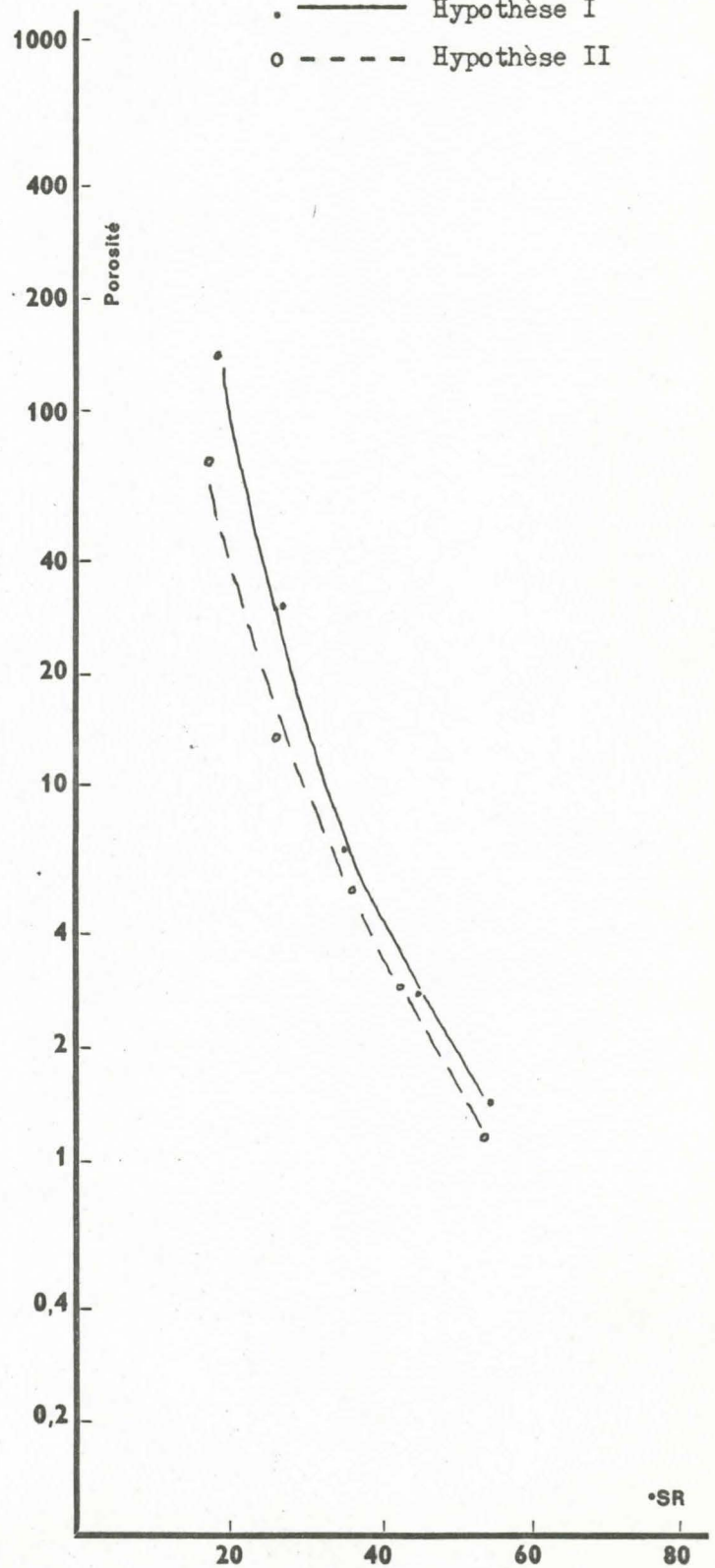
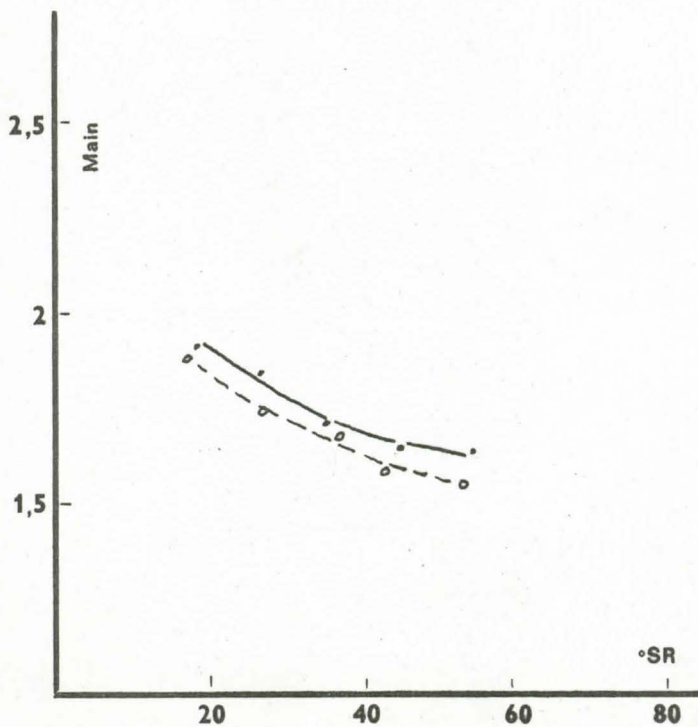
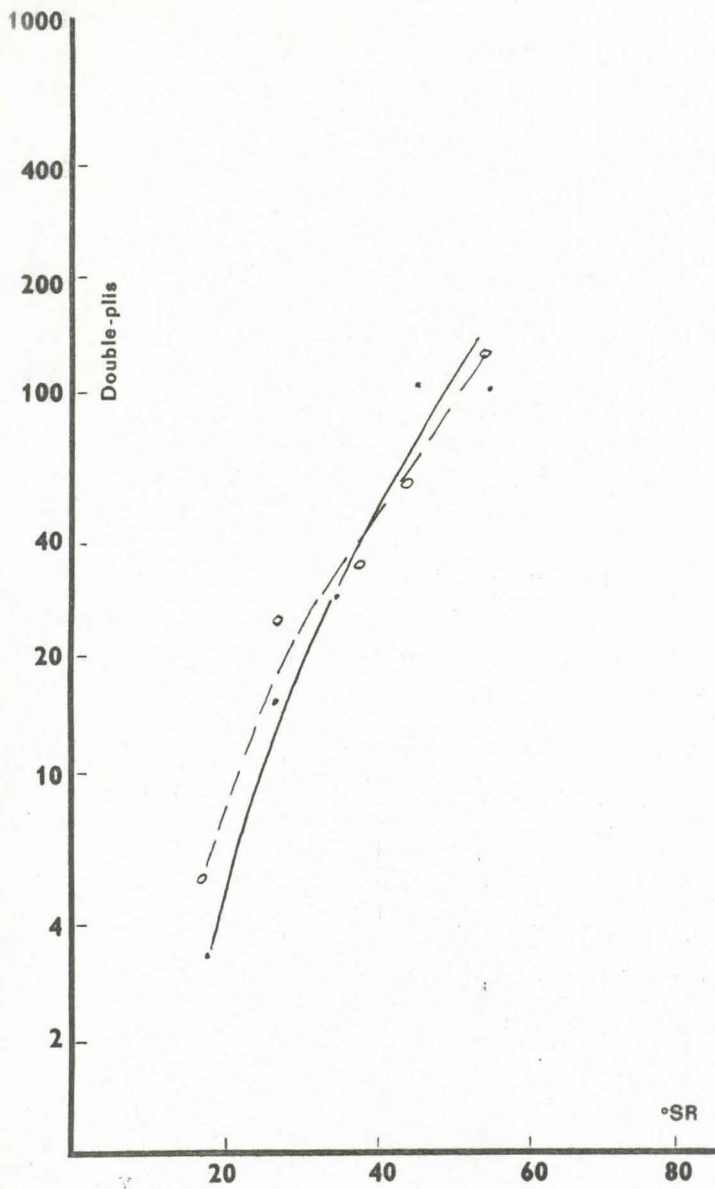
Graphique n° 542.4 F₂

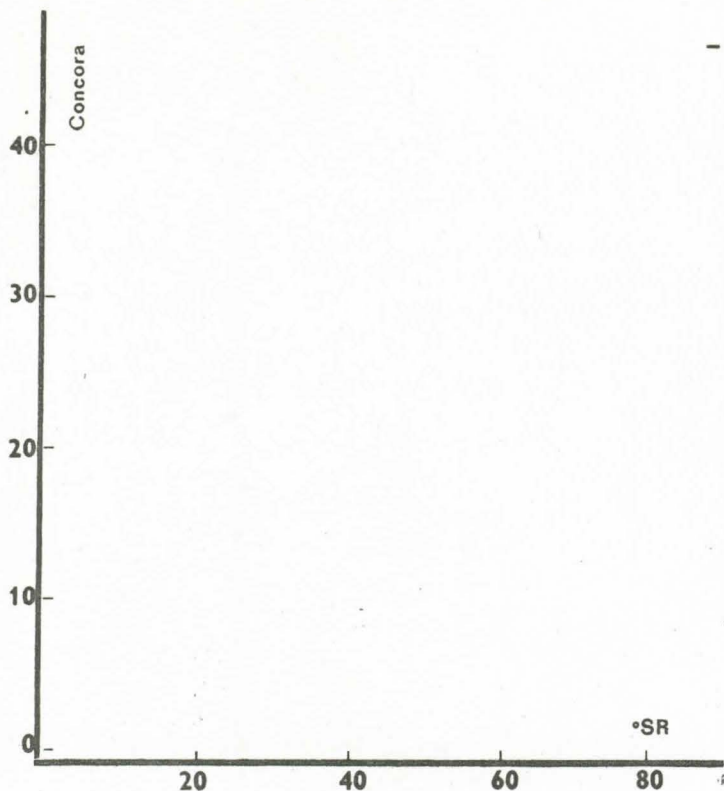
Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Bauer à disques

• ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II





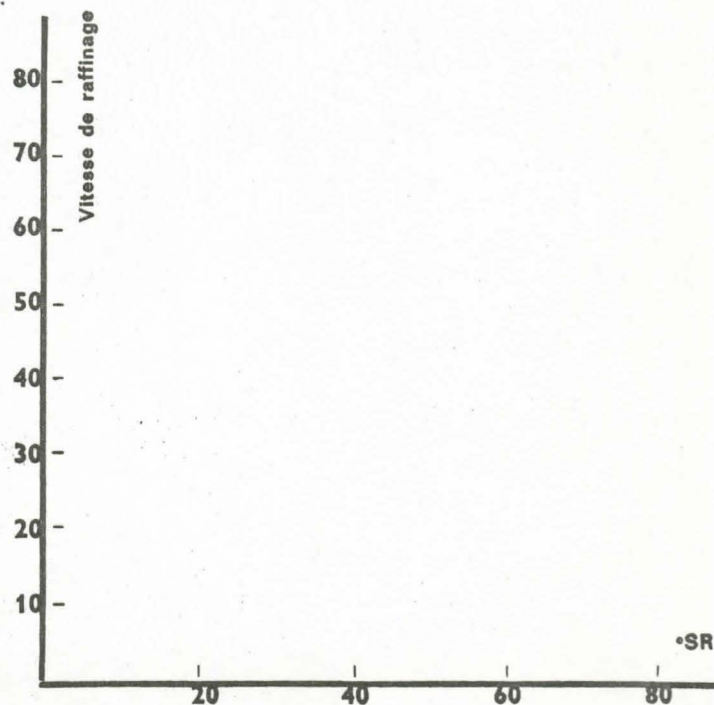
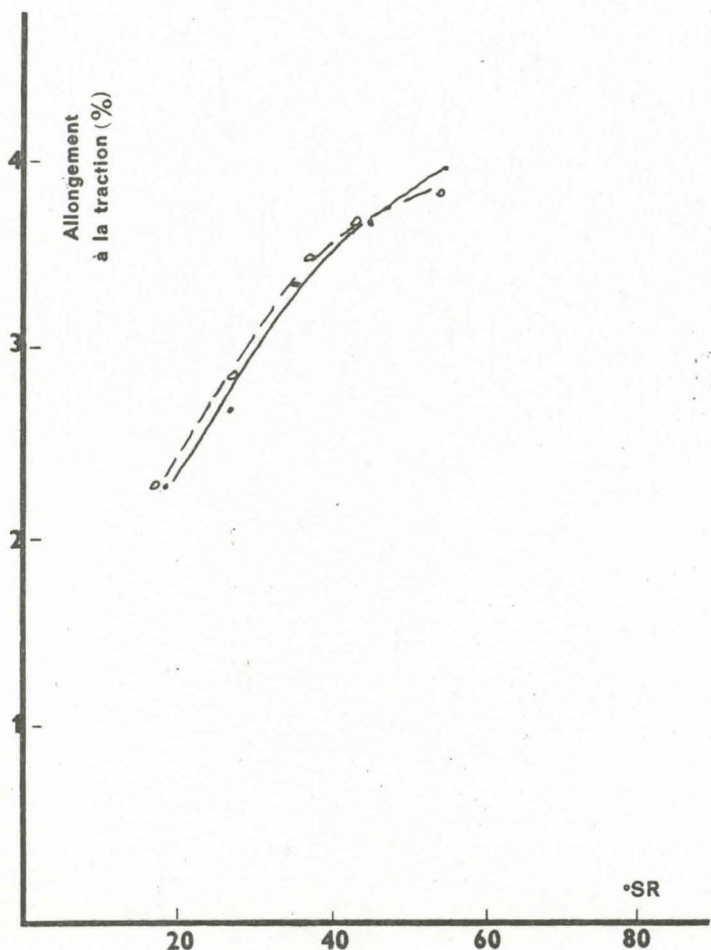
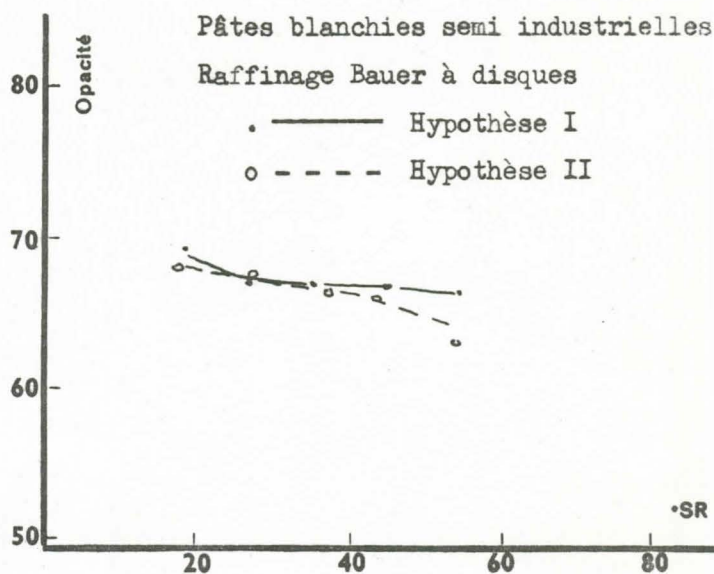
Graphique n° 542.4 F₃

Bois du Cameroun

Pâtes blanchies semi industrielles

Raffinage Bauer à disques

• ——— Hypothèse I
o - - - - Hypothèse II



543 Fabrication des papiers

Pour chacun des deux lots de bois (Hypothèses I et II), le but recherché était la fabrication d'un papier type impression-écriture de 72 g/m² (conditionné) et dont la composition fibreuse était à base exclusive de pâte blanchie semi-industrielle.

Divers adjuvants ont été incorporés et divers tests d'imprimabilité ont été effectués sur les papiers finis, après satinage sur calandre.

Pour les deux essais, la totalité de la pâte blanchie obtenue (Hypothèse 1 : 75 kg - Hypothèse 2 : 83 kg) est mise en suspension en pulpeur à 6 % de concentration pendant 5 mn, puis raffinée dans un appareil "Hydrafiner 00" en présence de charges (talc) jusqu'à 40 °SR, avant d'être envoyée vers le cuvier de tête de machine dans lequel sont introduits les autres adjuvants.

543.1 Adjuvants utilisés (par ordre d'introduction)

- Talc 00 (Luzenac)
- Papérine 8 A
- Azurant optique : Tinopal BOP et 2 BP (Geigy)
- Bleu d'Outre-Mer
- Colle renforcée Pexlim
- Sulfate d'alumine

On récapitule au tableau 543 les conditions de préparation de la pâte.

Tableau 543.1 - Fabrication de papiers : Préparation de la pâte

:	Référence du Végétal	:	Hypothèse I	:	Hypothèse II	:
:	:	:	:	:	:	:
:	Poids de matière sèche	kg :	90	:	100	:
:	(Pâte + Charges)	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:
:	<u>Raffinage</u>	:	:	:	:	:
:	Concentration	% :	5	:	5	:
:	Puissance	kW :	45 à 50	:	45 à 50	:
:	Débit	kg/h :	env. 2.200	:	env. 2.200	:
:	Durée	mn :	28	:	32	:
:	°SR (avant raffinage	:	17	:	16	:
:	(après raffinage	:	38	:	40	:
:	Vitesse d'engraissement : mn/100 kg	:	32	:	32	:
:	Consommation spécifique d'énergie kWh/100 kg	:	26	:	26	:
:	:	:	:	:	:	:
:	<u>Adjuvants introduits (1)</u>	:	:	:	:	:
:	Talc	% :	20	:	:	:
:	Papérine	% :	2	:	:	:
:	Azurant optique	% :	0,15	:	:	:
:	Bleu d'Outre-Mer	% :	0,01	:	:	:
:	Colle	% :	1,3	:	:	:
:	Sulfate d'alumine, q.s pour pH de	:	4,5	:	:	:

(1) rapportés au poids de pâte sèche.

543.2 Tirage du papier sur machine

Afin de réduire la durée de mise en équilibre (pH) des circuits de tête de machine, les eaux blanches de départ ont été acidifiées au même pH que la pâte, c'est-à-dire 4,5 - 5 par addition d'acide sulfurique.

Les conditions de fabrication, ainsi que les divers contrôles, sont mentionnés au tableau suivant

Tableau 543.2 - Fabrication de Papier : Tirage sur machine

Référence du Végétal	Hypothèse I	Hypothèse II
Vitesse de la machine m/mn:	42	41,5
Poids au m ² du papier à la bobineuse:	67	68
g:		
Humidité du papier à la bobineuse %	4	5
°SR du mélange (pâte épaisse)	40	40
Pâte diluée (Caisse d'arrivée)		
Concentration g/l	4,6	5,0
°SR	53	56 - 57
Concentration des eaux sous		
toile g/l	1,1	1,0

543.3 Caractéristiques des papiers

Les caractéristiques des papiers obtenues sont les suivantes :

Tableau 543... - Caractéristiques des papiers semi-industriels

Papier	Hypothèse I		Hypothèse II	
Poids/m ²	74,5		78	
Cendres %	12,5		12,5	
Blancheur	90,5		90,5	
Opacité	72,5		73	
Eclatement	30,4		30,4	
	S. Marche	S. Travers	S. Marche	S. Travers
Longueur de rupture	5700	3280	6840	3330
Allongement %	1,5	4	1,7	4,7
I. de déchirure	80	84	85	80
Plis (T = 1 kg)	60	25	115	25
Main	1,48		1,49	
Porosité	7,8		4,4	

543.4 Calandrage du papier

Afin de déterminer l'aptitude à l'impression des pâtes (Hypothèse I - Hypothèse II), le papier fabriqué a été satiné sur une calandre de laboratoire Ramisch, à un degré de lissé Bekk voisin de 30 - 40. Les conditions de calandrage, réalisées sur des échantillons de papier découpés au format 25 x 35 cm et conditionnés pendant 12 heures à 20 °C et 65 % HR, sont les suivantes :

- ligne de contact donné par deux rouleaux, l'un en acier chromé, l'autre en acier revêtu d'une couche compacte de carton laineux.
- un seul passage par face
- pression linéaire de contact : environ 10 kg/cm.

Les valeurs du lissé Bekk obtenues sont rapportées au tableau 543.4

Tableau 543.4 - Lissé Bekk (en secondes)

Références	Hypothèse I	Hypothèse II
Avant calandrage		
Côté toile	5,9	5,6
Côté feutre	4,4	2,7
Après calandrage		
Côté toile	30	35
Côté feutre	24	27

55 PROPRIETES D'IMPRIMABILITE

Les papiers après satinage et conditionnement en atmosphère climatisée (20 °C et 65 % HR) ont subi les tests d'imprimabilité "offset" suivants :

- Résistance au peluchage
- Uni d'impression
- Besoin d'encre
- Transfert d'encre
- Perception au verso

551 Caractéristiques d'imprimabilité

551. 1 Résistance au Peluchage

Conditions opératoires sur appareil I.G.T - type AC₂ :

- Encres à tirant gradué de Lorilleux
- Volume d'encre 0,7 cm³
- Tension du ressort 50 kg
- Molette Alu. 3 cm
- Vitesse constante 1 m/s

Les éprouvettes sont tirées dans le sens marche du papier, côté toile et côté feutre.

L'appréciation de la résistance au peluchage d'un papier se fait, d'une part par la quantité de fibres arrachées, d'autre part par rapport au numéro de l'encre qui commence à provoquer le peluchage.

Les encre numérotées de 3800 à 3808 correspondent à un tirant de plus en plus fort.

On récapitule les résultats dans le tableau 551.1

L'intensité de peluchage est appréciée par les signes :

- 0 Nul ou très faible
- + Normal
- ++ Moyen
- +++ très abondant
- Arrachage

Tableau 551.1 - Résistance au peluchage

: Numéro :	Hypothèse I		Hypothèse II	
	Côté Toile: Côté Feutre		Côté Toile : Côté Feutre	
: 3805 :	0	0	0	
: 3806 :	0	0	0	0
: 3807 :	++	++	++	0
: 3808 :	+++	+++	+++	++ (+++)

Les deux papiers fabriqués présentent une résistance au peluchage tout à fait satisfaisante.

551.2 Uni d'impression

Conditions opératoires sur appareil I.G.T - Type AC₂ :

- Encre 3800 de Lorilleux
- Volume d'encre 0,6 cm³
- Tension du ressort 35 kg
- Molette Alu 3 cm
- Vitesse constante 1 m/s

Eprouvettes tirées dans le sens marche du papier, côté Toile et côté Feutre.

La faible pression d'impression, ainsi que la quantité réduite d'encre, permettent d'apprécier la régularité de la couverture de la surface du papier par l'encre.

Résultats :

La régularité de l'impression paraît un peu meilleure sur le papier "Hypothèse 2". Le papier "Hypothèse 1" semble assez marbré.

Pour les 2 papiers, le côté toile paraît plus absorbant que le côté feutre. Les mesures de densité optique effectuées sur les impressions le confirment :

- Papier "Hypothèse 1" : côté toile 0,83 - côté feutre 0,77
- Papier "Hypothèse 2" : l'écart est encore plus grand
côté toile 0,875 - côté feutre 0,73

Ces chiffres sont la moyenne de 20 mesures par bande imprimée.

551.3 Besoin d'encre - Transfert - Perception Verso

Conditions opératoires sur appareil I.G.T - Type AC₂ :

- Encre Lorilleux 3800
- Volume d'encre croissant de 0,2 cm³ à 1 cm³
- Tension du ressort 50 kg
- Molette Alu. 3 cm
- Vitesse constante 1 m/s
- Sens marche du papier : côté toile et côté feutre.

Les molettes sont pesées avant et après encrage, ainsi qu'après impression. On mesure la densité optique des impressions et au verso de ces impressions avec le densitomètre Macbeth à réflexion, équipé du filtre vert.

Les résultats obtenus pour les divers taux d'encrage sont rassemblés dans le tableau 551.3A ci-après (moyenne de 20 mesures par volume d'encre).

Tableau 551.3A - Besoin d'encre - Transfert - Perception au Verso

Références	Volume d'encre sur encreur cm ³	Côté	Encre, g/m ²		Trans- fert %	Densité Optique	
			Sur Molette	Sur Papier		Impres- sion	Verso
Hypothèse I	0,2	Toile	0,81	0,18	22	0,21	0,05
		Feutre	1,38	0,22	16,2	0,21	0,05
	0,3	Toile	1,93	0,45	24	0,35	0,06
		Feutre	1,96	0,43	22	0,34	0,06
	0,4	Toile	2,51	0,67	27	0,47	0,07
		Feutre	2,54	0,64	25,3	0,46	0,07
	0,6	Toile	3,85	1,78	46	0,74	0,08
		Feutre	3,74	1,38	37	0,68	0,08
	0,8	Toile	4,78	2,46	52	0,97	0,10
		Feutre	4,90	2,16	44	0,83	0,09
	1,0	Toile					
		Feutre	7,21	4,36	60	1,13	0,13
Hypothèse II	0,2	Toile	1,22	0,21	17	0,19	0,04
		Feutre	1,20	0,25	20	0,18	0,04
	0,3	Toile	1,92	0,40	20,8	0,29	0,06
		Feutre	1,93	0,38	20	0,29	0,05
	0,4	Toile	2,42	0,64	26,7	0,42	0,07
		Feutre	2,49	0,62	25	0,38	0,06
	0,6	Toile	3,58	1,36	37,8	0,67	0,09
		Feutre	3,70	1,32	35,5	0,60	0,07
	0,8	Toile	4,73	2,27	48	0,89	0,10
		Feutre	4,78	2,16	45,2	0,81	0,08
	1,0	Toile	6,40	3,12	49	0,99	0,10
		Feutre	6,14	3,16	51,5	1,0	0,09

Les graphiques annexes 551.3 permettent de déterminer :

- le besoin d'encre
 - la perception au verso
 - le transfert %
- } Graphiques 551.3 A et B
- : Graphiques 551.3 C et D

Pour un contraste d'impression de 1, on relève les valeurs du tableau suivant

Tableau 551.3B - Besoin d'encre - Transfert - Perception au verso pour contraste d'impression de 1

Références	Hypothèse I		Hypothèse II	
	Côté Toile	Côté Feutre	Côté Toile	Côté Feutre
<u>Graphiques III et III bis</u>				
Besoin d'encre ... g/m ²	2,85	3,10	3,25	3,15
Perception au verso	0,10	0,11	0,105	0,09
<u>Graphiques IV et IV bis</u>				
Transfert, %	54	51	50	51,5

Résultats :

- Papier "Hypothèse I"

L'absorption d'encre et le transfert sont assez différents côté toile et côté feutre.

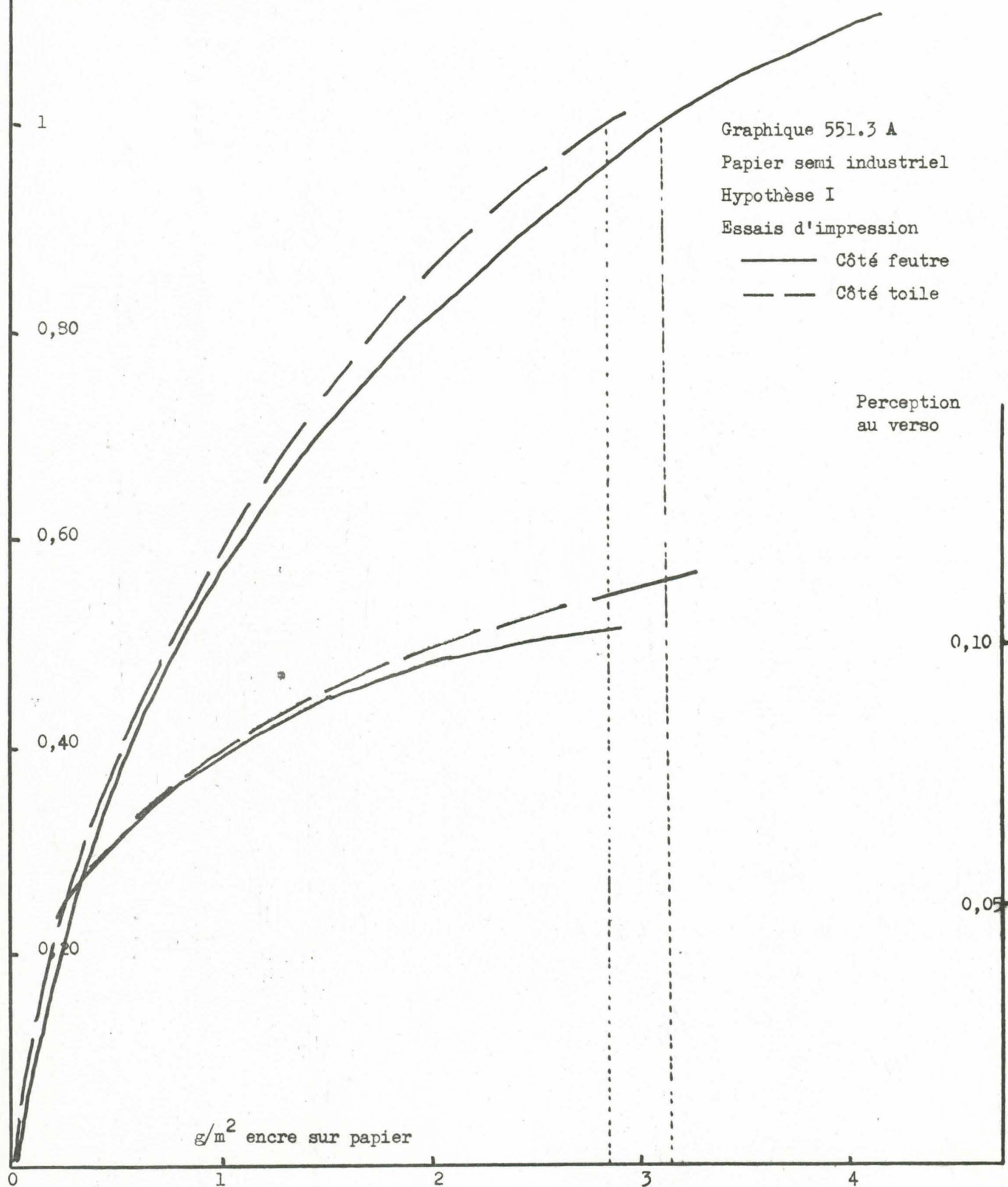
Le côté toile, avec un besoin d'encre plus faible que le côté feutre, a un transfert légèrement supérieur.

- Papier "Hypothèse II"

Les deux côtés, toile et feutre, présentent sensiblement les mêmes caractéristiques de transfert, besoin d'encre et perception au verso.

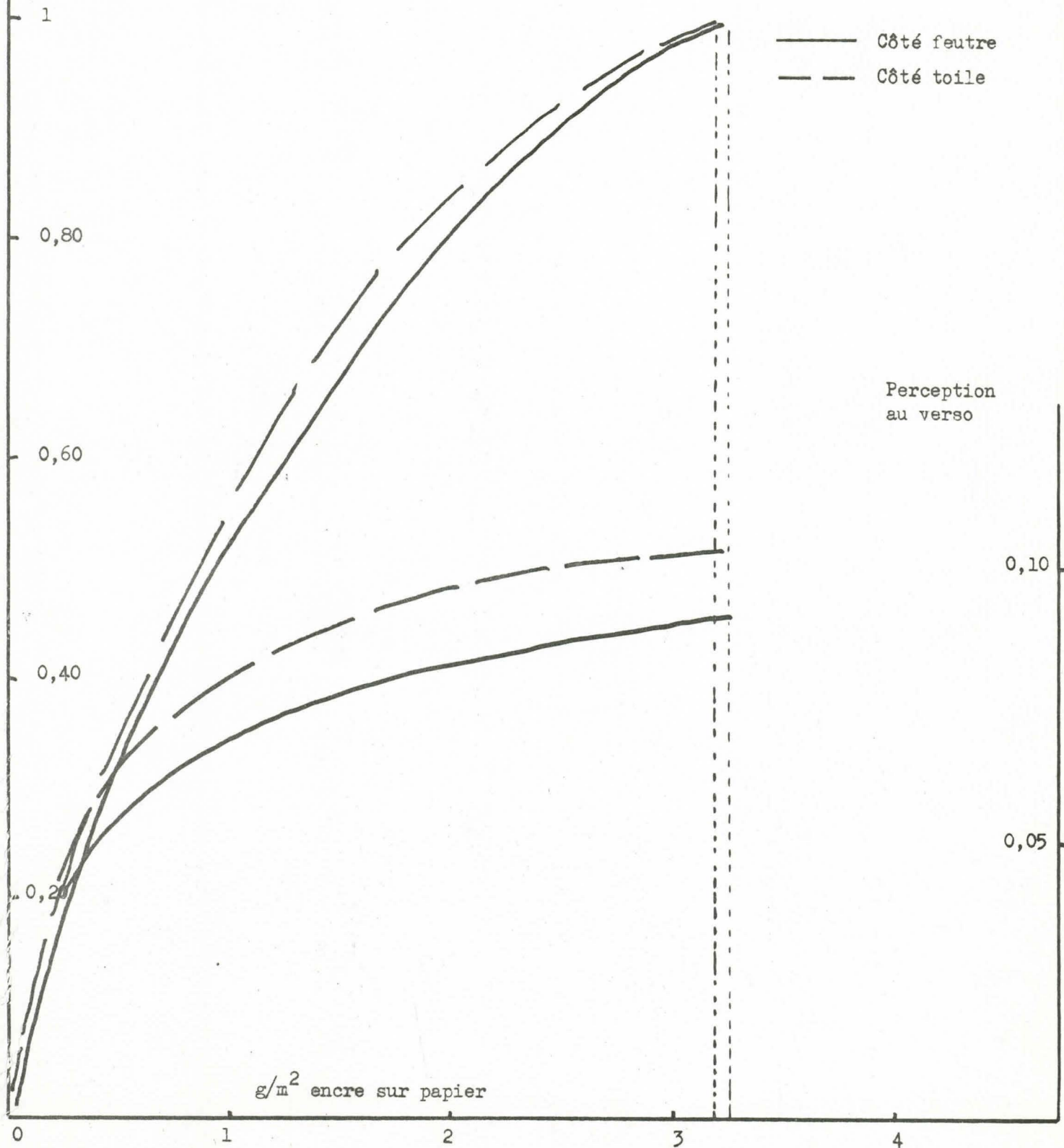
Densité optique
Contraste impression

- 172 -



Densité optique
Contraste impression

Graphique 551.3 B
Papier semi industriel
Hypothèse II
Essais d'impression



Transfert % pour un
contraste de 1

Graphique 551.3 C

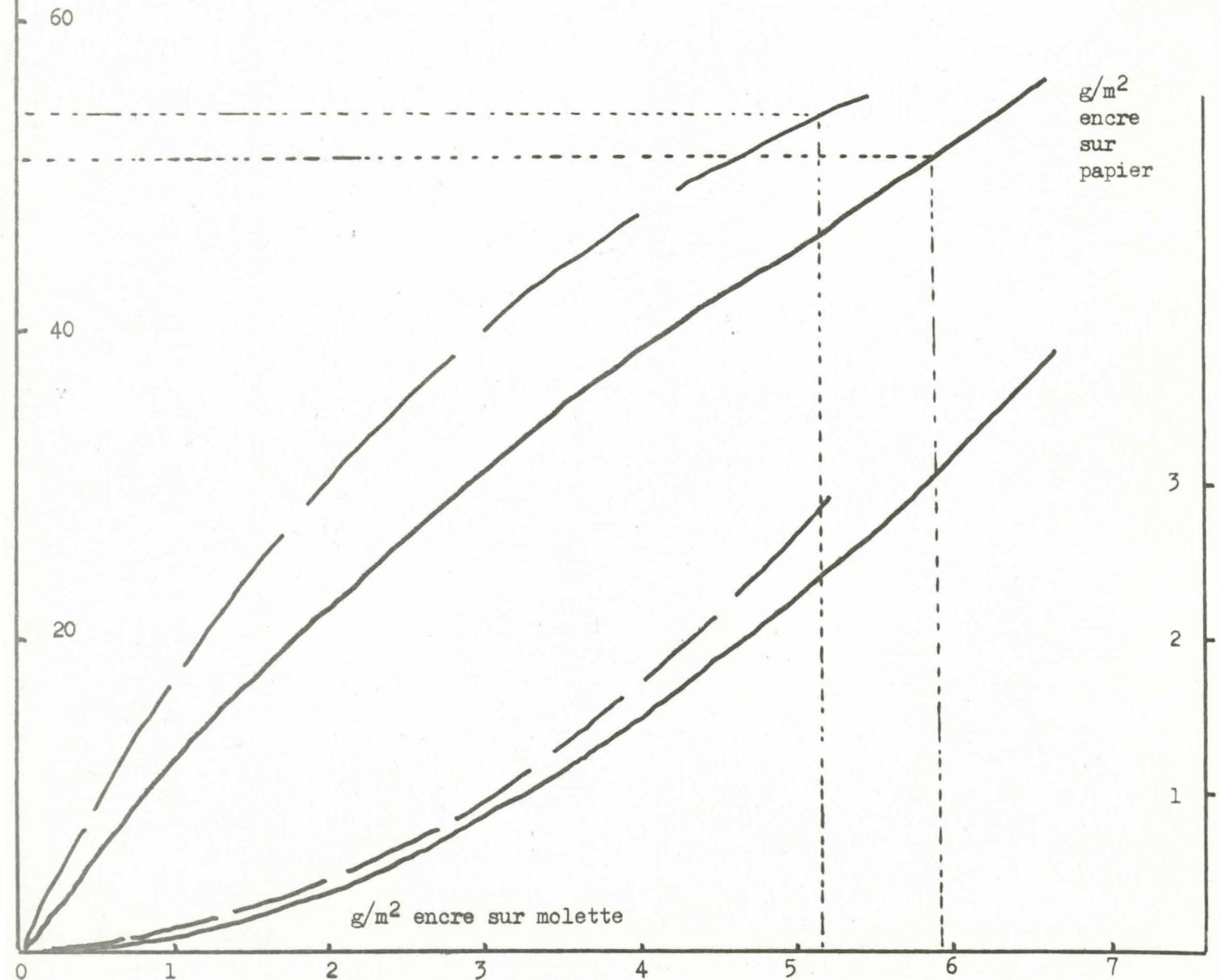
Papier semi industriel

Hypothèse I

Essais d'impression

— Côté feutre

- - Côté toile



Transfert % pour
un contraste de 1

Graphique 551.3 D

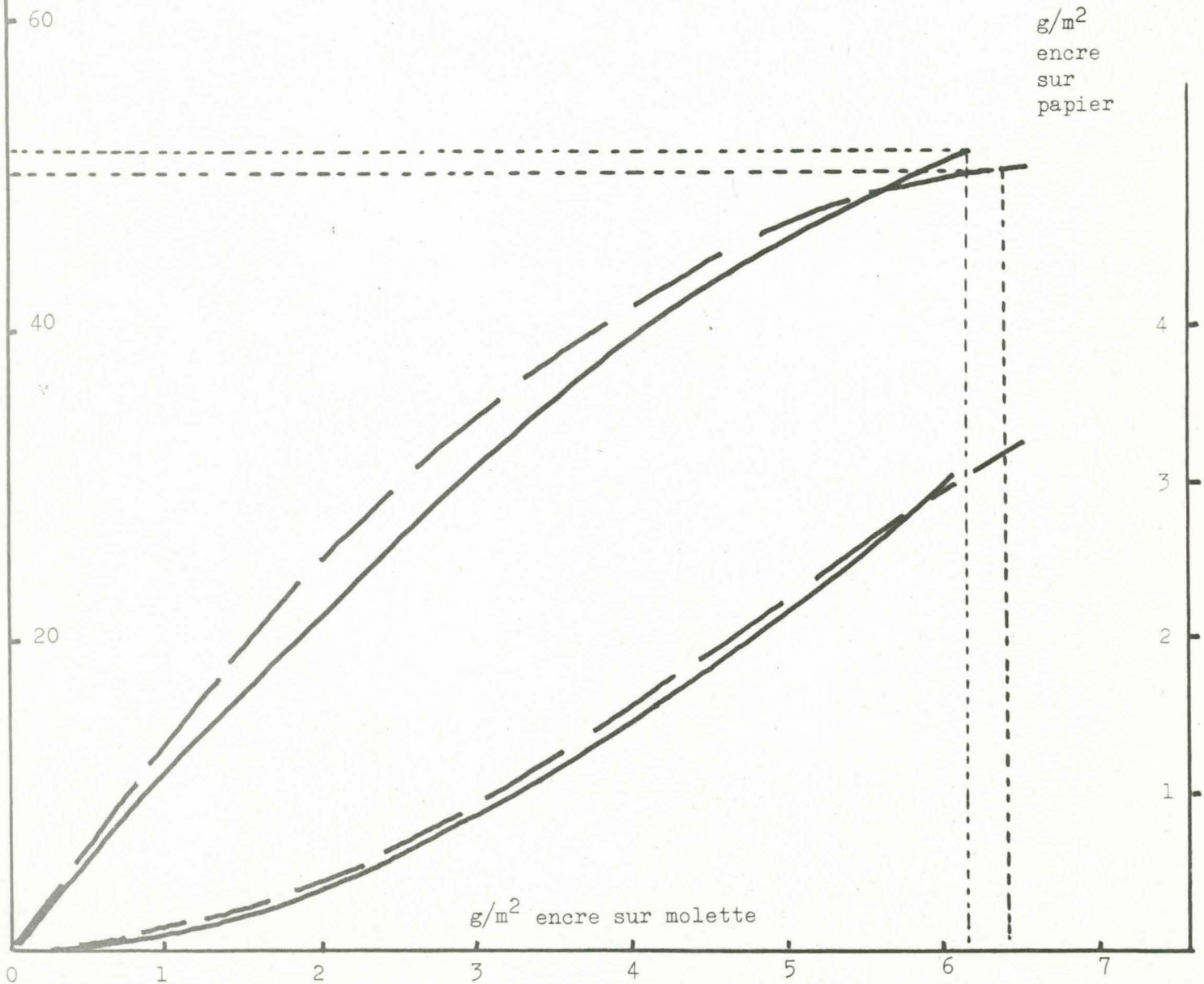
Papier semi industriel

Hypothèse II

Essais d'impression

— Côté feutre

- - - Côté toile



Pour un contraste d'impression de 1, le papier "Hypothèse I" a un meilleur transfert et un besoin d'encre inférieur au papier "Hypothèse II", ceci sur le côté toile. Sur le côté feutre, toutes les caractéristiques sont pratiquement identiques.

552 Comparaison des deux papiers

La résistance au peluchage des deux papiers est bonne. Les valeurs sont sensiblement les mêmes.

La régularité d'impression semble meilleure sur le papier "Hypothèse II"; toutefois, on notera sur ce papier une différence sensible de la prise d'encre entre le côté toile et le côté feutre.

Des mesures de rugueux effectuées à l'appareil Bendtsen sur les deux papiers font apparaître une assez forte dispersion sur le côté feutre du papier "Hypothèse II".

56 CONCLUSION AU SUJET DES ESSAIS SEMI-INDUSTRIELS

Les essais réalisés confirment que les bois camerounais peuvent être utilisés pour l'obtention d'une pâte blanchie commercialisable.

Il apparaît, comme cela avait été mis en évidence au cours des essais de laboratoire, que le rendement final en pâte est assez bas, particulièrement dans le cas de l'hypothèse I, c'est-à-dire de l'utilisation de tous les bois; on n'obtient alors que 40 % de pâte écrue. Toutefois, même en sélectionnant les essences (Hypothèse II) le rendement en pâte écrue ne remonte guère que vers 43 % ce qui reste défavorable.

Comme on l'avait observé au cours d'essais portant sur d'autres matières premières, la cuisson semi industrielle des bois camerounais donne des pâtes beaucoup mieux délignifiées que les pâtes obtenues au laboratoire à partir de copeaux faits à la main.

Il faut noter qu'une durée de 2 h 30 de palier à 170°, qui avait donné de bons résultats au laboratoire, est trop importante dans le cas présent. On peut avantageusement la réduire à 2 h. pour l'utilisation de tous les bois et même à 1 h 30 pour les essences sélectionnées. Quelques essais expérimentaux complémentaires seraient cependant utiles pour fixer les conditions définitives en cas de traitement industriel.

Le blanchiment en 5 stades avec bioxyde de chlore n'a pas permis d'obtenir un degré de blancheur aussi élevé qu'en laboratoire, de l'ordre de 90°. La blancheur finale s'est située à 87°, ce qui est très honorable mais légèrement au dessous de ce qu'on attend des meilleures pâtes à papier. Cette différence de trois points pourrait être rattrapée par un meilleur ajustement des conditions de cuisson, le trop long palier à 170° retenu dans le cas présent étant probablement préjudiciable. L'utilisation d'une sodation oxydante au 2ème stade ou d'une phase au peroxyde au 4ème stade pourrait également pallier cette difficulté.

Les caractéristiques des pâtes et des papiers semi-industriels sont conformes à ce que l'on attendait et mettent effectivement en évidence une bonne résistance à la déchirure. Les caractéristiques d'impression sont également satisfaisantes. On n'observe pas cependant une très grande différence entre les résultats de l'hypothèse I et de l'hypothèse II. On peut se demander, à ce point de vue, si la sélection des essences est vraiment profitable; car elle ne jouerait finalement que sur le rendement en pâte.

On notera enfin que les qualités des deux pâtes camerounaises sont assez voisines de celles que l'on avait obtenu au stade semi-industriel à partir de bois gabonais.

- 178 -

- 6 -

RESUME ET CONCLUSIONS

	Page
6 <u>RESUME ET CONCLUSIONS</u>	178
61 ECHANTILLONNAGE DE BOIS	180
62 ETUDE INDIVIDUELLE DE 121 ECHANTILLONS	180
63 ETUDE DES MELANGES DE BOIS	180
64 ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES EN CLIMAT TROPICAL	181
65 ESSAIS SEMI INDUSTRIELS	181
66 CONCLUSIONS	182

6 RESUME ET CONCLUSIONS

Dans le cadre d'une convention signée avec le Gouvernement du Cameroun et financée par le Fonds Français d'Aide et de Coopération, le Centre Technique Forestier Tropical a procédé à une étude papetière des bois recensés dans la zone forestière d'Edéa.

61 ECHANTILLONNAGE DE BOIS

Après analyse des résultats d'inventaire, un échantillonnage des 121 principales essences rencontrées dans la zone forestière d'Edéa a été adressé à la Division de Cellulose du Centre Technique Forestier Tropical en vue d'essais papetiers. Ces 121 essences représentent 90 % du volume total de bois recensé dans la forêt.

62 ETUDE INDIVIDUELLE DES 121 ECHANTILLONS

Chaque échantillon des 121 essences a été testé d'un point de vue papetier. On a procédé à la détermination de la densité du bois et des caractéristiques morphologiques des fibres. On a également procédé à une cuisson alcaline des échantillons en obus de 2 litres en déterminant le rendement en pâte, le pourcentage d'incuits, la soude consommée, le degré de délignification ainsi que les caractéristiques classiques des pâtes et des papiers.

On a ainsi pu classer les 121 essences en fonction des principales caractéristiques papetières intéressant l'industrie papetière.

Il est apparu que l'on était en présence d'un échantillonnage extrêmement hétérogène, l'intervalle de variation de chaque caractéristique étant beaucoup plus ouvert que celui qui caractérise l'ensemble des bois feuillus rencontrés dans les zones tempérées.

Il en résulte que les essences camerounaises peuvent selon les cas, se classer plus favorablement ou plus défavorablement que les meilleures ou les plus mauvaises essences européennes. Pour un très grand nombre d'essences camerounaises, on a noté une longueur de fibre comprise entre 1,5 et 2,5 mm ce qui représente a priori un élément favorable.

63 ETUDE DES MELANGES DE BOIS

On a étudié les possibilités de traiter des mélanges hétérogènes de bois camerounais en fonction des trois hypothèses suivantes relatives à l'approvisionnement en bois :

- Hypothèse I : utilisation de tous les bois de la forêt
- Hypothèse II : utilisation des bois à l'exception des indésirables
- Hypothèse III: élimination des indésirables et regroupement des essences restantes en deux catégories d'après la longueur des fibres.

Les durées d'approvisionnement en bois pour 100.000 hectares recensés et en fonction des hypothèses précédentes seraient les suivantes pour une unité de 250.000 tonnes de pâte par an :

Hypothèse I : 40 ans

Hypothèse II et III : 24 ans

Pour chaque hypothèse on a recherché un mode opératoire standard permettant de traiter n'importe quel mélange de bois. Le mode opératoire ainsi défini a été utilisé pour le traitement de divers mélanges spécifiques, en particulier les mélanges moyens représentatifs tels qu'ils sont définis par les comptages forestiers.

On a mis en évidence que pour les trois hypothèses il était possible d'obtenir par cuisson alcaline et à condition de retenir une quantité de soude légèrement supérieure à la normale, une pâte blanchie offrant un ensemble de caractéristiques satisfaisantes, tant en ce qui concerne le degré de blancheur que les caractéristiques mécaniques des papiers. On a obtenu en particulier des papiers bouffants résistant bien à la déchirure.

Le seul point défavorable concerne le rendement en pâte qui est de l'ordre de 40 %, donc sensiblement inférieur à celui que donnent généralement les bois feuillus européens utilisés en papeterie.

Les différences entre les hypothèses I et II sont assez faibles, les pâtes ayant des caractéristiques voisines. Seul le rendement en pâte est légèrement amélioré pour l'hypothèse II.

L'hypothèse III ne semble pas offrir d'avantages très marqués par rapport aux hypothèses I et II.

64 ETUDE DE L'ALTERATION DES BOIS STOCKES EN CLIMAT TROPICAL

Des essais effectués sur des bois camerounais stockés à l'air libre en climat tropical ont mis en évidence une dégradation assez rapide de la matière première ligneuse. Cette dégradation se traduit par une diminution du poids de bois d'où une augmentation du prix de revient. D'autre part les caractéristiques mécaniques des pâtes ont tendance à baisser en cas de stockage prolongé. Sur le plan de la cuisson et du blanchiment, l'incidence du temps de stockage est un peu moins marquée mais reste cependant défavorable.

Au point de vue pratique, un stockage d'un mois serait sans conséquences mais un stockage de plus de trois mois serait déjà préjudiciable.

65 ESSAIS SEMI INDUSTRIELS

On a traité à la station expérimentale du Centre Technique de La Papeterie les deux mélanges représentatifs de la forêt correspondant aux hypothèses I et II. Les essais comprenaient, pour chaque mélange, une mise en copeaux sur machine industrielle, une cuisson kraft, un blanchiment en cinq stades avec bioxyde de chlore, un tirage de papier du type impression-écriture.

Ces essais ont permis d'obtenir des pâtes bien délignifiées, mais avec des rendements assez bas de l'ordre de 40 à 43 %, qui confirment les résultats déjà obtenus en laboratoire. Il est apparu que l'on pouvait limiter le temps de cuisson initialement prévu, une cuisson de 1h30 à 2 h. à 170° convenant finalement assez bien.

Le blanchiment des pâtes a permis d'obtenir un degré de blancheur de 87, ce qui représente un résultat déjà très intéressant mais cependant légèrement inférieur à ce que l'on attend des meilleures pâtes à papier. Il serait probablement possible d'améliorer la blancheur finale des pâtes camerounaises en adoptant une durée plus courte de cuisson comme indiqué précédemment. De même on peut admettre qu'une sodation oxydante au 2ème stade du blanchiment ou une phase de peroxyde au 4ème stade donnerait une blancheur finale plus satisfaisante d'un point de vue commercial.

Le tirage des papiers n'a donné lieu à aucune difficulté. Les caractéristiques des papiers semi industriels ont été conformes à ce que l'on attendait et on donné satisfaction. On a en particulier noté une résistance à la déchirure supérieure à celle que l'on aurait obtenu à partir de bois feuillus européens.

Il n'est pas apparu de différences très importantes entre les pâtes et les papiers correspondant aux hypothèses I et II.

On trouvera en annexe quelques échantillons des papiers fabriqués.

66 CONCLUSIONS

L'étude effectuée montre que le traitement en mélanges hétérogènes des bois camerounais de la région d'Edéa est possible. En principe n'importe quel mélange de bois peut être utilisé, mais il sera préférable, d'un point de vue pratique, de se tenir aussi près que possible du mélange représentatif de la forêt correspondant soit au traitement de tous les bois, soit à une sélection des meilleures essences en abandonnant celles qui sont jugées indésirables et qui représentent environ 25 % du volume total des bois.

Dans tous les cas, une cuisson du type kraft effectuée avec des quantités de soude légèrement supérieures à la normale, puis un blanchiment en cinq stades dont deux au bioxyde de chlore, doivent permettre d'obtenir une pâte blanchie commercialisable.

Les caractéristiques de cette pâte devraient être suffisamment satisfaisantes pour que son écoulement soit aisé d'un point de vue qualitatif.

La constance des caractéristiques de la pâte pourrait être obtenue, malgré l'hétérogénéité de la forêt, à condition de prévoir une production suffisamment importante, de l'ordre de 500 à 800 T/jour. Une étude statistique à partir des comptages forestiers pourrait confirmer ce point de vue et il serait souhaitable, pour étayer le présent rapport et pour mieux gagner la confiance des promoteurs éventuels, qu'une telle étude soit effectuée.

De même, une fabrication industrielle expérimentale de quelques centaines de tonnes de pâte complèterait heureusement cette étude. Les renseignements obtenus sont maintenant suffisants pour que l'on puisse envisager de procéder à un tel essai avec un minimum de risques pour l'usine qui en accepterait la charge. Des renseignements utiles pourraient être ainsi obtenus sur certains points qui n'ont pu être abordés au laboratoire comme par exemple la mise en copeaux ou l'écorçage. Une production industrielle expérimentale permettrait de plus de procéder à un sondage d'opinion auprès des utilisateurs en ce qui concerne la qualité de la pâte.

Etant donné le coût très élevé que représente l'implantation d'une grande fabrique de cellulose, étant donné d'autre part les difficultés inhérentes à l'expansion d'une industrie lourde dans une région éloignée des grands centres industriels, il ne faut pas hésiter à multiplier les études et les essais susceptibles de vaincre les hésitations d'une opinion encore craintive vis-à-vis de certains investissements Outre-Mer. Ce n'est qu'à ce prix que l'on parviendra à une réalisation.

A N N E X E S

Echantillons de papiers obtenus au stade semi industriel

- A₁ : Impression-écriture correspondant à l'hypothèse I,
non calandré.
- A₃ : Impression-écriture correspondant à l'hypothèse II,
non calandré.